ابحاث في ضوء العلم الحديث

( ٥ )




تأليف

أميد شمشك

ترجمة

أورخان محمد علي

...طبعة الحوادث ـ هاتف ٤١٥٢٦٨٥

بحاث في ضوء العلم الحديث

( ٥ )



تاليف

امــيــد شــمشــك

ترجمة

اورخان محمد علي

# الفهرست



# مقدمة المترجم

قبل قراءة هذا الكتاب كنت اعتقد بان الغاية والقصد يظهران في دنيانا بشكل واضح وجلي في الأحياء فقط : في الخلية بتركيبها العجيب وبمعاملها العديدة وبوظائفها المدهشة ، وفي الدماغ الانساني بمراكزه واعصابه وتوصيلاته واستيعابه المذهل للرسائل[1] ... في الزهرة العطرة ... وفي جناح الفراشة الملون ... في الغرائز العجيبة والمحيرة للحيوانات ....

ولكن قلما انتبهت الى الروعة المخبوءة في المادة الجامدة الميتة ... حتى قرأت هذا الكتاب ...

فاذا بي اكتشف عالما من الروعة ... والدقة ... والتخطيط ... مخبوءاً في اصغر لبنة من اللبنات التى صنع منها هذا الكون بنجومه ... وشموسه ... واقماره ... بنباته وحيوانه وانسانه ...

هذه الذرة ... ما اعجبها واروعها !..

وما أدق القوانين التي تحكمها !.

---

(١) قابلية وسعة استلام الرسائل في الدماغ يفوق عدد الذرات الموجودة في الكون بملايين المرات . لان عدد الذرات المخمن وجودها في الكون كله يساوى $١٠^{٧٩}$ ذرة تقريبا بينما تبلغ قابلية استلام الدماغ للرسائل ١٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٠ رسالة .

وما اروع تخطيط وتوزيع القوى التي تعمل فيها !..

قوة الجاذبيـة ... سمح لتأثيرهـا بالامتـداد من الذرة الى اقاصي الكون لـكي تقوم بوظيفة توازن الاجـرام السماوية في مداراتها ، وضمن حركاتها المعقدة ...

القوة الكهرومغناطيسية ... مسموح لها ان تعمل داخـل الذرة فقط للاحتفاظ بالالكترونات في مداراتها ... ولو سمح لتأثيرها بالخروج خارج الذرة لما كان هناك كون ولا حياة ...

القوة النووية ... تعمل في نواة الذرة فقط ، ولا يسمح لتأثيرهـا بتعدي هذا المجال والا لما كان هناك كون ولا حياة ...

من الذي رسم هذه الحدود ... وحبس هـذه القوى ... واطلاق تلك ؟ ميزان دقيق ... دقيق ... ليس بمستوى غرام واحد مثلا ... بل بمستوى اجزاء الذرة ...

حساب من هذا ؟ وميزان من هذا ؟
أحساب الطبيعة ؟
أم حساب الصدفة ؟
ان الاعتقاد بالصدفة لهو اكبر اهانة للعقل الانساني ...
فاذا استطاع هذا الكتاب ان يفتح امامك طريقاً للتأمل ... وللتفكير ... وللانبهار ...

واذا استطاع ان يفتح امـام ناظريك كوة اخرى على حقـائق الـكون .. وعلى روعته ...

فانه يكون بذلك قد حقق هدفه وغايته .

**اورخان محمد علي**

# المقدمـــة

يقول ( رالف سوكمان Rolf Sockman ): « كلما كبرت جزيرة العلم ... طال وامتد شواطىء الحيرة والتساؤل » . ويمكن ملاحظة هذه الحقيقة في حياة جميع العلماء الذين حفروا أسماءهم على لوحة التاريخ ، فالمعرفة والتساؤل كانا دائماً كلمتين تحملان نفس المعنى عندهم ، اما الآن فانا نرى في بعض الاوساط ( التي تلصق لنفسها صفة العلم ) عكس هـذا تماماً ، فالتساؤل يعتبر عندهم صفة للجهل ، اذ يرون انه ما من شيء في عالمنا هذا وفي كيفية عمله يدعو للتساؤل او للاعجاب او للذهول ، فـكل شيء يجرى ضمن قوانين معلومة ، فاذا اكتشفنا هذه القوانين ، فما الداعي اذن للاعجاب او للاندهاش ؟

أجل !... صحيح ان كل شيء يجري ضمن قوانين معلومة ، وما موضوع كتابنا هذا الا شرح لنظام الكون الرائع المتجلى في عالم الذرة التي يبلغ قطرها جزءاً من مائة مليون جزء من السنتمتر .

الا يدعو هذا النظام المؤسس بهذه الدقة وبهذه الروعة الى الانبهار ؟

ان عمالقة العلم امثال نيوتن وآنشتاين لم يملكوا انفسهم من الانبهار ، ومن الشعور باحاسيس الاجلال لصاحب القدرة والعظمة في هذا الكون ، لذا

فان الذين لا تتحرك مشاعرهم ، والذين يمرون بكل شيء دون مبالاة ودون التفات ودون احساس ، لا يبرهنون على خلو الكون من المعاني ، بل يبرهنون على خلوهم وخلو حياتهم من اي معنى ، ويدللون على مدى سطحيتهم .

وفي هذا الكتاب الذي بين ايديكم عندما تم ـ وبايجاز ـ شرح كيف ان عالماً كاملا بكل عظمته قد حشر داخل ذرة صغيرة جداً ، فقد بذلت عناية خاصة لتجنب الوقوع في اهمال خالق هذا العالم .

فهل يمكن ان يكون هناك اي عذر عند الحديث عن مكتشف قانون : ( الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء ) ان ننسى واضع هذا القانون ؟

لا عذر هناك اطلاقاً ....

ولا عذر اصلا لعدم الايمان ، اذ ان عدم القدرة على رؤية الخالق من خلال هذه الذرة التى أعطيت لها صفة ووظيفة تشكيل اللبنة الاساس للكون بما فيه من جماد ومن حياة ... عدم القدرة هذه ليست نتيجة تفكير ، بل نتيجة العناد على عدم التفكير .

وهدف هذه السلسلة العلمية هو الدعوة الى التفكير ، واحلال التفكير محل التعصب الفكري الذي اصبح «موضة» وعلامة من علامات مرض عصرنا الحالي .

# المدخـــل
# نعيش في عالم من الفراغ

بذلت الانسانية طوال عصور عديدة جهوداً مضنية ودؤوبة للكشف عن جوهر أو عن اللبنة الاولية التي تشكل مختلف أنواع المادة التي يتألف منها الـكون ، ولا تزال هـــذه الجهود تشكل الشاغل الاساس لعلمـاء الفيزياء المعاصرين .

ونستطيع القول بشكل عام (ان لم نتوغل بشكل أعمق في الموضوع) ان جميع المواد تتكون من الذرات ( Atoms )التي لهـــا نفس الماهيـة ، فالجسيمات ( Particules ) التي تؤلف ذرة مـادة معينـة ، هي نفس الجسيمات التي تؤلف ذرات المواد الأخرى ، وكل ما في الأمر ان هـذه الجسيمات تتحد بنسب مختلفة فتكون ذرات المواد الاساسية (أي العناصر) المختلفة ، ومـن أتحاد هـذه الذرات باشـكال مختلفة تتكون المواد الاكثر تعقيـــداً .

ولـكن الذرة لا تعتبر المحطة الأخيرة للمادة ، فقـــد تم اكتشاف العديد من الجسيمات سواء تلك التي تملك كتلا معينة ، أو التي لا تملك أية كتلة أمثـــال : البروتون ( Proton )، النيوترون ( Neutron )، الالكتـــــرون ( Electron ) ، الميـزون ( Meson ) ، النيوترينـو ( Neutrino ) ... الخ . ولا تزال عمليـــات الاكتشـاف جـــارية

ومستمرة ، وبعض هذه الجسيمات تدخل في بناء الذرة وتشكيلها ، وبعضها الآخر لا يظهر الا في التفاعلات الداخلية للذرة أو في التفاعلات الجارية بين الذرات ، والبعض الآخر يظهر في الاشعاع الكوني الذي ينهال علينا من الفضاء •

اضافة الى ما تقدم ، فقد عاد الحديث في السنوات الأخيرة عن «الأثير» الذي كان وجوده مرفوضاً في النصف الأول من هذا القرن ، اذ عاد احتمال وجوده يشغل الأذهان ويستقطب الأهتمام مرة أخرى كمادة تملأ جميع أرجاء الكون وذي بنية أصغر بكثير من بنية الذرة •

وباختصار ، يمكننا القول ، ان المادة تشبه بئراً عميق الغور لا يبدو لها قرار ، فكلما توغلنا فيها ، وكلما تعمقنا لا نصل ولا ندرك نهايتها • وعندما تتوصل الابحاث والدراسات الى جواب لسؤال معين في هذا الموضوع فانها تجلب معها ـ في الوقت نفسه ـ اسئلة عديدة واستفهامات جديدة •

ولكن مهما بدت المسألة معقدة ومتشابكة ، ومهما تعددت الجسيمات المكتشفة اثناء بحثنا عن اللبنة الاساسية والنهائية للمادة فلا يزال القانون المشهور لانشتاين $E = MC^2$ (١) صحيحاً ونافذ المفعول حتى الآن •

وكما سنرى في الصفحات القادمة من الكتاب ، فان المادة التي كان يعتقد سابقاً انها لا تفنى ، والتي أضيفت عليها صفة «الأزلية» من قبل البعض نراها تختفي بعد مرورها من سلسلة من الجسيمات المعروفة وغير المعروفة

---

(١) يمكننا كتابة المعادلة بالعربية كما يلي : الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء ( E = الطاقة M = الكتلة C = سرعة الضوء ) •

( المترجم )

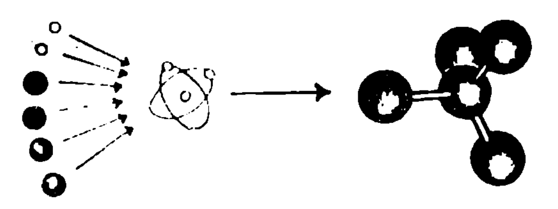
تاركة مكانها لمفهوم غامض ومجهول الماهية حتى الآن والذي نطلق عليه اسم ( الطاقة Energy )

لنرجع الى الذرة :

خلقت الذرة ، البالغ قطرها حوالي ($10^{-8}$)سم من نواة تتمركز في الوسط ، والكترونات حول هذه النواة • ورغم ان النواة صغيرة الحجم وتشغل حيزاً صغيراً لا يكاد يبين ، الا ان معظم كتلة الذرة تتجمع فيها •

يمتلك كل الالكترون من الالكترونات الموجودة في المدارات حول النواة كتلة صغيرة تبلغ ١ : ١٨٣٦ من كتلة النيوترون أو البروتون اللذين يشكلان النواة • أي نستطيع ان نقول ، ان ٩٩٫٩٤٪ من كتلة ذرة الهيدروجين - التي تتكون من بروتون واحد والكترون واحد - تتمركز في النواة •

اما أوزان الجسيمات التي تشكل نواة الذرة فهي متساوية تقريباً فيما



**مادة الكون واحدة • ومن تجمع اجزاء هذه المادة بنسب مختلفة تظهر الجسيمات المختلفة • ومن اجتماع هذه الجسيمات باشكال مختلفة تظهر الجزيئات وعلى اساس هذه الجزيئات اقيم بناء هذا العالم الذي يصعب عد وحصر احيائه وجماده •**

---

(٢) $10^{-8}$ سم = $\frac{1}{10^{8}}$ سم = $\frac{1}{100000000}$ سم = ٠٫٠٠٠٠٠٠٠١ سم

بينهـا ، اذ تبلـغ كتلـة البروتون ( ١ر٦٧٣ × $١٠^{-٢٤}$)غم ، أي ان وزن البروتون الواحـد يقـارب جزءاً من مليون × مليار × مليار جزء من الغرام ، اما كتلة النيوترون فتبلغ ١ر٦٧٥ × $١٠^{-٢٤}$ غم .

ويقدر حجم النواة بـ ( $١٠^{-١٣}$سم ) ، واذا مـا قارنا النواة مع قطر الـذرة البالـغ ( $١٠^{-٨}$سم ) فانـا نلاحظ ان النواة تشغل حيزاً يبلغ (١ : ٠٠٠ ١٠٠) فقط من حجم الذرة .

ولو شبهنا الذرة بكرة ، ثم قمنا بملئها تماماً بنوى الذرات لاحتجنا الى ($١٠^{١٥}$) من هذه النوى .

أمـا ان قمنا بتشبيه الذرة بالنظام الشمسي ، واعتبرنا الشمس نواة والأرض احد الالكترونات فسنرى ان الأرض يجب ان تبعد عن الشمس (٥٠٠) مرة ضعف بعدها الحالي ، الذي يقدر بـ (١٥٠) مليون كم .

ويمكن القول ، بان الذرة ـ التي هي حجر الاساس للكون باكمله ـ ليست الا عبارة عن فراغ ، مثلها في ذلك مثل الكون ، ولا نبالغ عندمـا نقول ، أن أجسامنا وكل ما نشاهده من حولنا متكونة من عوالم فارغـة تقريبـاً .

لاشك ان هناك حكماً عديدة ، واسباباً وجيهة جداً في وضع فراغات كبيرة داخل الذرة ، سنقوم باستعراضها في الصفحات المقبلة من الكتاب ، عند دراسة وشرح الفعاليات الموجودة داخل الذرة ، والموجودة بين الذرات كذلك ، ولكننا سنكتفي هنا بالاشارة الى حكمة واحدة من تلك الحكم :

يمـكن التوصل والبرهنة على ان حجم نواة ذرة الهيدروجين ( التي لها بروتون واحد ) يساوي ١ × $١٠^{-٣٩}$سم$^{٣}$ ، وبمـا ان وزن البروتون الواحد هو $١٠^{-٢٤}$ غم .

اذن فان كثافة النواة ( والتي هي حاصل قسمة الوزن على الحجم ) تساوي $١٠^{-٢٤}$ ÷ $١٠^{-٣٩}$ = $١٠^{١٥}$ غم/سم$^{٣}$ .

لنقارن الآن هذه النتيجة بمثال ملموس لتقريبها الى الأذهان :

لنأخذ (١)سم$^{٣}$ من الماء ( أي ملء ملعقة شاي) ، نجد ان وزنه يساوي غراماً واحداً ، فلو فرضنا ان هذه الكمية القليلة من الماء مملوءة تماماً بنوى ( جمع نواة ) الاوكسجين والهيدروجين دون ان يبقى هناك اي فراغ على الاطلاق فاننا سنجد ان وزن ١سم$^{٣}$ من هذا الماء يبلغ $١٠^{١٥}$ غم أي مليار طن !! ومثل هذه الكثافة لا يمكن مشاهدتها الا في النجوم النيوترونية[١] .

اذن فان الذرة التي ألقينا على بنيتها نظرة عجلى تشبه نظاماً شمسياً مصغراً ، وهذا النمط من التعريف يفيد جداً لتجسيم الذرة في خيالنا .

وجدير بالذكر ، ان هناك فروقاً معينة بين النظام الشمسي وبين الذرة ، أقلها هي الفروق الموجودة بينهما من ناحية الاداء أو من ناحية كيفية العمل ، وسنتناول هذه الفروق في الفصول القادمة من هذا الكتاب .

ان هذا النظام الشمسي المصغر ( أي الذرة ) يشكل اللبنة الاساس لجميع الموجودات في الكون اعتباراً من الهواء الذي تتنفسه ... الى أصغر جزء في بؤبؤ العين ... الى الدنيا التي نعيش فيها ... الى الشمس ... الى النجوم النيوترونية ... الى العمالقة الحمر ( **Red Gaints** ) .. الى كل الموجودات المادية التي نراها أو نحسها أو نتصور وجودها .

ان المادة الاساس هي نفسها بالنسبة للكون بأكمله ، ولكن مواداً

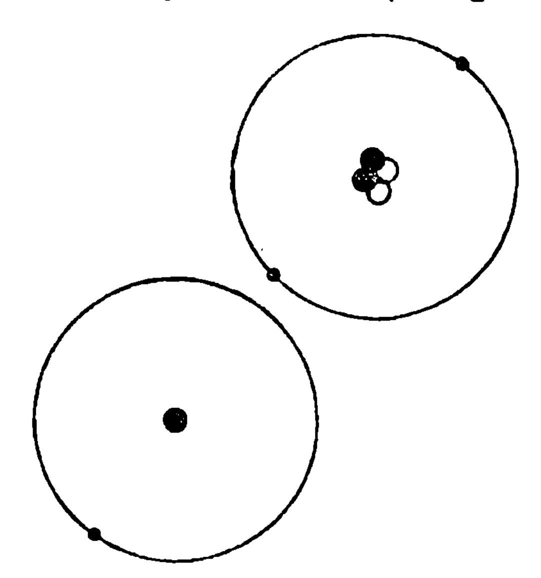
---

(١) ونتوقع وجودها في الثقوب السوداء ايضا .

( المترجم )

مختلفة وبصفات متباينة تظهر للوجود نتيجة اتحـــاد هـذه المادة الاساس بصيغ وباشكال مختلفة ، وبتعبير آخر فان المادة الواحدة التي تستعملها يد القدرة الالهية بمهارة وابداع لا حـد لـه ، تكون مظهراً لتجليات مختلفة اختلافاً يفوق خيالنا .

ان أبسط مـــادة موجودة في الكون ، واوفرهـا كمية هي عنصر الهيدروجين ، الذي تتكون ذرته من بروتون واحد والكترون واحد فقط ، اما ذروة عنصر الهليوم He وهو ابسط عنصر بعد الهيدروجين ـ فانها تتكون من زوج مـن البروتونات ومثلها مـن النيوترونات والالكترونات ،



**نرى هنا الذرتين اللتين تشكلان العنصرين الرئيسين لمكونات شمسنا ولمكونات النجوم ، وهما ذرتا الهيدروجين والهليوم .**
**تتالف ذرة الهيدروجين مـن بروتون ومن الكترون ، لـذا فهي ابسط الذرات . وتاتي بعدها ذرة الهليوم التى تتالف من بروتونين ونيوترونين والكترونين .**

وكلما اقتربنا من الذرات المعقدة نرى تزايد عدد البروتونات والنيوترونات الموجودة في النواة ، ويلاحظ ان عدد الالكترونات يتزايد بصورة موازية لتزايد البروتونات ، ومن تجمع الذرات تتكون الجزيئات . فمثلا تتكون جزيئة الهيدروجين من ذرتي هيدروجين ، وتتكون جزيئة الماء من ذرتين من الهيدروجين مع ذرة من الاوكسجين ، وتتكون جزيئة ثاني اوكسيد الكربون من ذرتين من الأوكسجين مع ذرة من الكربون ... وهكذا .

أما النجوم المضيئة ، التي تومض وتبرق في وجه السماء ليلا بمنظر أخاذ ورائع ، فليست في الحقيقة الا كتلا كبيرة من الهيدروجين والهليوم . اما النشاطات والفعاليات والعمليات التي تجري في أجسامنا والتي تؤمن استمرارية ودوام حياتنا فانها عبارة عن الفعاليات والتفاعلات الجارية بين الذرات وبين الجزيئات .

والآن ... أترغبون بمعرفة عدد هذه المنظومات الشمسية المصغرة[1] التي تدخل الى الرئتين عند كل عملية تنفس ؟.

ان قمنا بضرب عدد نفوس مدينة استانبول[2] في نفسه مرتين فسنحصل على عدد يقارب عدد الذرات التي يحتويها سنتمتر مكعب واحد فقط من الهواء وليس ما يحتويه الهواء الذي يملأ الرئتين .

ومع ذلك فان جزيئات الهواء الذي نستنشقه ( والذي يدخل الرئتين على شكل غاز ) تكون متخلخلة وتتحرك بحرية داخل الرئتين . ولهذا

---

(١) يقصد الذرات .
( المترجم )

(٢) يبلغ عدد نفوس استانبول (٥ر٥ـ٦) مليون نسمة تقريبا .
( المترجم )

فان كل غاز يتوسع حتى يأخذ شكل الأناء المغلق الذي يحتويه . امـــا ان ترك له المجال فسينتشر حوالي الأناء .

أما في حالة السيولة فانه بالرغم من وجود ارتباط معين بين الجزيئات الا ان قوة الارتباط ليست قوية ، لذا فان هذه الجزيئات تـكون أيضاً في حالة حركة ، لذا يأخذ السائل ايضاً شكل الأناء الذي يحتويه ، ولـــكنه لا يتطاير ضمن الهواء ـ كما في الغاز ـ ان سكب خارج ذلك الأناء .

أما في حالة زيادة القوة الرابطة بين الجزيئات وبالتالي زيادة الكثافة الى مستويات أعلى فان المادة تـكون في الحالـة الصلبة . والمواد الصلبة لا تتطاير فيما حواليها مثل الغاز ، كما لا تأخذ شكل الأناء الذي يحتويها مثل السوائل وانما تحتفظ بشكلها الخاص بها .

ويمكن تغيير حالة المادة بين هـــذه الحالات الثلاثة بتغيير درجـــة حرارتها . فاذا أضيفت الحرارة الى مادة صلبة بصورة كافية ، فانها تعمـــل عـلى اكسابها طاقة تكفي لزيادة المسافة بين جزيئاتها ، وهكذا تبـدأ المـادة بالتميع والتحول الى حالة سائلة ، وبزيادة حرارة مادة سائلة يمكن اكساب جزيئاتها طاقة كافية لتحويلها الى بخار ، أي تحويل المادة السائلة الى مـادة غـــازية .

# الفصل الاول

## القــوى

## خميرة كل شيء : مادة واربع قوى

والآن لنأت الى القوى ، سواء منها التي تحافظ على الذرة من الداخل، أو التي تستعمل لأقامة الروابط مع جيرانها . وبفضل استعمال هذه القوى بمنتهى الدقة والتوازن يتحقق وجود الكون ووجودنا .

وهذه القوى التي يسري حكمها على الوجـود المادي ، والتي تؤثر الواحدة منها على الأخرى ، وتتأثر بها هي أربع قوى :

١ ـ قوة الجاذبية .
٢ ـ القوة الضعيفة .
٣ ـ القوة الكهرومغناطيسية .
٤ ـ القوة النووية .

أضعف هذه القوى هي ، قوة الجاذبية ، وأقواها هي القوة النووية . ولاعطاء فكرة توضيحية عن هاتين القوتين فاننا نعطي المثال التالي :

دعونا نمثل هاتين القوتين بوحدات طول .. ولنفرض ان طول قوة الجاذبية هو سنتمتر واحـد ، عند ذلك سيكون طول القوة النووية $١٠^{٢٤}$

سنة ضوئية(١) !! أي أكبر من السعة المعروفة للكون بترليونات المرات ، واذا قمنا بمقارنة قوة الجاذبية مع القوة الكهرومغناطيسية ، ومثلنا القوة الكهرومغناطيسية بكتلة تساوي كتلة الشمس (١٫٩٩ × ١٠^٣٠ كغم) عند ذلك يجب تمثيل قوة الجاذبية بكتلة مقدارها جزء من مليون جزء من الغرام .

ونستطيع توضيح الفروق بين شدة هذه القوى الأربعة كما هو مدون ادناه باعتبار القوة الكهرومغناطيسية وحدة واحدة .

القوة الكهرومغناطيسية = ١

القوة النووية = $١٠^{٣}$ = ١٠٠٠

القوة الضعيفة = $١٠^{-١١}$ = ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٫٠٠

قوة الجاذبية = $١٠^{-٣٩}$ = ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠٠٫٠

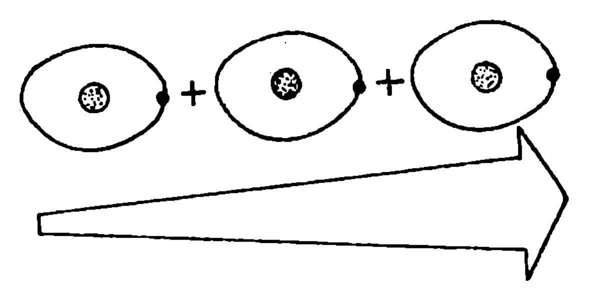
ومن الغريب ان قوة الجاذبية بالرغم من ضآلتها نسبة الى القوى الأخرى فانها هي القوة الوحيدة من بين هذه القوى التي يصل تأثيرها الى مسافات بعيدة وسحيقة في أعماق الكون ، فالقوة التي تمسك القمر حول الأرض ، والارض حول الشمس ، والنجوم بشكل مجرات ، والمجرات بشكل كومة أو مجموعة من المجرات ... القوة التي تفعل كل هذه الأمور ، هي قوة الجاذبية وليست القوة الكهرومغناطيسية ولا القوة النووية ، رغم انها تملك قوة تبلغ ألف ضعف القوة الكهرومغناطيسية .

---

(١) السنة الضوئية : هي المسافة التي يقطعها الضوء في مدة سنة واحدة وتساوي ٩٫٤٥ × $١٠^{١٧}$سم = ٩٫٤٥ × $١٠^{١٢}$ كم = ٩٫٤٥ × مليون × مليون كم .

( المترجم )

ان قوة الجاذبية الموجودة داخل الذرة ضئيلة جدا بحيث يمكن اهمالها ، ولكن عند تجمع الذرات وكذلك الجزيئات بعضها مع البعض الآخر فان هذه القوة تزداد شيئاً فشيئاً وتتضاعف ، حتى تصل الى مرتبة هائلة من القوة ، بحيث تستطيع ـ كما في حالة الثقوب السوداء ( Black Holes ) ـ ابتلاع النجوم العملاقة ، بل ابتلاع الضوء والزمن كذلك .



**مع ان قوة الجاذبية تبدو بجانب القوى الاخرى ضعيفة الى درجة كبيرة ، الا انها جهزت بخاصية متميزة عن بقية القوى ، اذ تزداد شدة هذه القوة بتجمع الذرات والجزيئات حتى تصل في النهاية الى درجة تتغلب بها على القوى الاخرى .**

نكتفي بهذا القدر ولا ندخل في تفاصيل شرح هذه القوة لعدم حاجتنا اليها في مواضيع هذا الكتاب .

تأتي القوة الضعيفة في المرتبة الثانية بعد قوة الجاذبية . من ناحية الضعف[1] ويطلق عليها أحياناً اسم « القوة النووية الضعيفة » . وتظهر

(١) أي ان قوة الجاذبية أضعف القوى ـ كما قلنا ـ وتأتي بعدها من ناحية الضعف القوة الضعيفة ...

( المترجم )

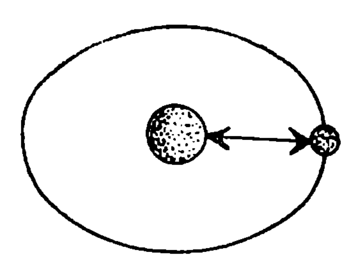
هذه القوة نتيجة لظاهرة تدعى « انحلال بيتا » ، وهي تحول وانحلال النيوترون الى بروتون مع الكترون ونيوترينو ، كما تظهر ايضاً نتيجة بعض الفعاليات الاشعاعية ( سوف نشرح النشاط الاشعاعي في فصل قادم ) . ولا يفوتنا ان نذكر ان مدى تأثير هذه القوة لا يتعدى حدود نواة الذرة .

أما القوة الكهرومغناطيسية ، فان تأثيرها يظهر بين الجسيمات الحاملة للشحنات الكهربائية ، وبواسطتها تنتظم الالكترونات في مداراتها حول النواة ، وتتماسك وتتحد الذرات والجزيئات بعضها مع البعض الآخر . والجسيمات التي تتأثر بهذه القوة هي : البروتون والالكترون ، أما النيوترون فانه متعادل من ناحية الشحنة الكهربائية أي لا تحمل أية شحنة كهربائية كما يفهم من أسمه أيضاً .

القوة الكهرومغناطيسية تظهر بشكل قطب موجب وقطب سالب ، فالأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب ، لذا نجد ـ على الأغلب ـ الكتروناً ذا شحنة سالبة بجوار البروتون ذي الشحنة الموجبة ، فاذا كانت نواة الذرة مؤلفة من بروتون واحد فاننا نجد الكتروناً واحداً حول مدارها ، اما ان كانت مؤلفة من زوج من البروتون فان المدار التي حولها يجب ان يحتوي على زوج من الالكترونات .

ونحب ان نوضح هنا ، بان الشحنات الموجودة في البروتونات وفي الالكترونات تتوازن فيما بينها توازناً دقيقاً . فمقدار الشحنة الموجودة في البروتون الواحد تساوي تماماً مقدار الشحنة الموجودة في الالكترون الواحد ( ولكن بشحنة معاكسة ) اذ لا نجد هنا أي تأثير للفرق الكبير

بين كتلتيهما[1] ، أي لا تجد هنا اي تأثير لفرق الكتل بينهما والذي هو بنسبة ١ : ١٨٣٦ ، وبتعادل شحنتي القطبين المتضادين والمتساويين يتم تعادل الذرة من الناحية الكهربائية ·



**ان قوة الجلب بين الاقطاب المختلفة التي تبديها القوة الكهرومغناطيسية تقوم بمسك الالكترونات ذات الشحنة السالبة حول النواة المحملة بالشحنة الموجبة ·**

لنتذكر المقارنة التي سبق وان أجريناها بين القوة الكهرومغناطيسية وبين قوة الجاذبية · فمجال وساحة تأثير القوة الكهرومغناطيسية يصل الى مسافات بعيدة وتأتي في المرتبة الثانية من ناحية شدة القوة بعد القوة النووية ، وبفضل هذه القوة ( أي القوة الكهرومغناطيسية ) تستطيع النواة الصغيرة للذرة من المحافظة على دوران الالكترونات في مداراتها التي تبلغ أقطارها مئة ألف مرة قطر نواة الذرة ·

ومع ان قوة الجاذبية تعتبر قوة ضئيلة بجانب القوة

(١) أي ان الشحنة ليست خاصية من خصائص كتلة المادة كما اعتقد البعض ، فلو كانت كذلك لكانت شحنة البروتون اكبر ١٨٣٦ مرة من شحنة الالكترون · أي ان طبيعة الشحنة لا تزال سرا غامضا حتى الآن ·

( المترجم )

الكهرومغناطيسية ، الا انها تستطيع التأثير على النجوم العملاقة وعلى المجرات الهائلة ، ولكننا لا نستطيع ان نقول نفس الشيء بالنسبة للقوة الكهرومغناطيسية ، ذلك لانها تكون في حالة تعادل بين القطبين المتضادين : القطب الموجب والقطب السالب • ويمكن التعبير عن ذلك بشكل تقريبي ومبسط بالقول : ان عدد الاقطاب الموجبة يساوي تماماً عدد الأقطاب السالبة في الكون ، وبذلك فان هذه الأقطاب المتضادة تزيل الواحدة منها تأثير الأخرى • ولو كان هناك أي خطأ مهما كان ضئيلا وفي مستوى الذرة لكان من المحتمل جداً انقلاب الكون رأسا على عقب •

وهنا قد يتبادر للذهن هذا السؤال :

كيف تتواجد البروتونات الموجبة الشحنة في نواة الذرة معاً وفي حالة تماس تقريبا مع بعضها مع وجود قوة تنافر كبيرة بين الأقطاب المتشابهة ؟!

لو كانت الساحة محصورة على هذه القوة فقط ـ أي القوة الكهرومغناطيسية ـ أي لو كانت هي القوة الوحيدة الموجودة ، لكان من المستحيل طبعاً ان يجتمع بروتونان في مكان واحد ، أو في حيز متقارب • لذا كان من اللازم وجود قوة أخرى أشد منها بألف مرة لجمع البروتونات في حيز واحد ، وهكذا ظهرت قوة أخرى مكنت من اجتماع النويات ( وهي البروتونات والنيوترونات ) معاً في نواة الذرة ••• وهذه القوة هي ، القوة النووية •

تؤثر القوة النووية على كل من البروتون والنيوترون ، والاعتقاد السائد حالياً هو ، ان هذه القوة تخلق نتيجة تحول قسم من كتلة النويات ( البروتون والنيوترون ) الى طاقة • ولهذا يكون الوزن الكلي لنواة اية

ذرة أقل من مجموع الأوزان الفردية للجسيمات التي تؤلف النواة ، ويعلل هذا النقص في الكتلة بالقوة النووية .

الخاصة المهمة التي تميز القوة النووية عن القوة الكهرومغناطيسية هي : ان مدى تأثيرها لا يتعدى النواة ، وهي تشبه في ذلك « القوة الضعيفة » ، أي ان الوظيفة الملقاة على عاتق هذه القوة هي المحافظة على النواة ككتلة واحدة .

اذن ، فكما تبين اعلاه ، فانه ليس من اليسير ولا من الهين اطلاقاً تكون وظهور الذرة ، وليس من اليسير ولا من الهين تشكل الكون باكمله وبناؤه من هذه الذرات ، فهناك حساب دقيق جداً ... حساب دقيق بمستوى الذرة ، هذا الحساب الدقيق هو الذي يحفظ التوازن في الكون الذي يبلغ سعته المليارات من السنين الضوئية ، وضمن هذا الحساب الدقيق تقوم كل قوة بايفاء الوظيفة الملقاة على عاتقها ، وتقف ضمن الحدود المرسومة والموضوعة لها ولا تتخطاها أبداً .

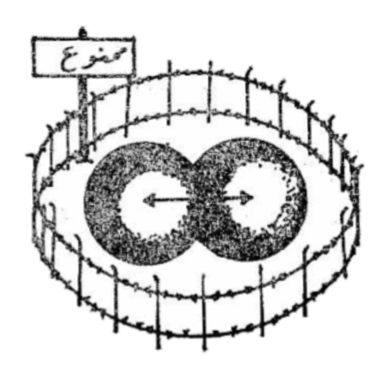
ولفهم هذا الحساب الدقيق والموزون ، دعنا نتصور ؛ ماذا كان من الممكن ان يحدث لو لم تكن احدى هذه القوى موجودة ، أو لو لم تكن موزونة وموضوعة بحساب دقيق :

لو لم تكن القوة النووية موجودة ؛ لما وجدت نواة الذرة ...

ولو لم تكن القوة الضعيفة موجودة ؛ لما كان هناك الكترون ...

ولو لم تكون القوة الكهرومغناطيسية موجودة ؛ لما وجدت الذرة .

ولو لم تكن قوة الجاذبية موجودة ؛ لما وجدت الارض ولا الشمس ، ولما وجدنا نحن ...




**مـع ان القوة النووية تبلغ الف ضعف القـوة الكهرومغناطيسية ، الا ان مجال تاثيرها لا تتعدى نواة الذرة ، ووظيفتها ربط الجسيمات الموجودة داخل النواة مع بعضها .**

اذن ؛ ففي غياب أية قوة من هذه القوى ، أو عند وجود أي خطـأ مهما كان ضئيلا في حسابها فان ذلك كان يعني فناء الكون بأجمعه .

اذن ؛ فمـا أروع هـذه الهندسة الموضوعة ، وهـذا الحساب الدقيق !... هـذه الهندسة التي توظف القـوة النووية في نفس المـكان الذي تتنافر فيـه الأقطاب المتشابهة ، فأمنت بذلك تماسك نواة الذرة في كتلة واحدة ... ثم انظروا الى هذا الحساب الرائع ، اذ ان هـذه القوة النووية مع كونها أكبر ألف مرة من القوة الكهرومغناطيسية ، الا أنهـا أمرت بالا يتجاوز تأثيرهـا نواة الذرة ، بل تبقى ضمن تلك الحـدود فقط .

أما القوة الكهرومغناطيسية ( التي تبلغ شدتها أضعاف قوة الجاذبية

بلايين البلايين من المرات )[١] ، فانها وظفت بمهمة القيام بربط الذرات والجزيئات وجعلها تتماسك مع بعضها البعض فقط ، ولـكي لا تخرج عن أداء هذه الوظيفة المحددة لها فقد جعلت الأقطاب المتضادة تتوازن وتتعادل مع بعضها .

أية صدفة تستطيع انجاز هذا التعادل ؟!

وأية «طبيعة»[٢] تستطيع عمل مثل هذا الحساب الدقيق ؟!

ومع تتابع اكتشاف القوانين التي توضح النظام الرائع في الكون فقد كان من المنتظر ان تزداد حالة الانبهار والاجلال لخالق هـذه القوانين ، ولكنه أدى ـ وهنا الغرابة ـ الى حالة معاكسة عند البعض ...

هؤلاء البعض اصبحوا يفتشون عن سبب النظام الرائع في الكون في ثنايا القوانين السارية في الكون ، وهم بذلك يشبهون ذلك المجنون الذي يفتش عن روعة قطعة موسيقية في التدوين الموسيقي (النوته) المسجلة على صفحة الورقة .

ـ لماذا يدور الالكترون حول النواة ؟

ـ بفضل القوة الكهرومغناطيسية .

ـ كيف تتواجد النويات في مكان واحد ؟

ـ بسبب القوة النووية .

هكذا ... وبكل بساطة !!

---

(١) القوة الكهرومغناطيسية = $10^{39}$ مرة بقدر قوة الجاذبية .
( المترجم )

(٢) يومىء المؤلف الى اسناد الملحدين كل شيء الى «الطبيعة» .
( المترجم )

أيعقل ان تنطفىء روعة ظاهرة ما بمجرد ان نكتشف قانونها ؟!... أيمكن أن يمر الأمر هكذا ، وبهذه السطحية ؟!.

ان اكتشاف العلاقة بين رنين الجرس وبين تناول الطعام يعتبر مرحلة كافية بالنسبة للحيوان الموضوع تحت التجربة[1] ، فهذا الحيوان « لا يفكر » لماذا يعطى له الطعام عندما يدق الجرس ، ولا نتوقع منه ان يبحث عن السبب . أما الانسان ؛ فهو يميل بحكم طبعه وطبيعة تكوينه وخلقه ، الى البحث عن صاحب القوانين التي يكتشفها . فلو سمعنا بان أحدهم استطاع صنع مئات الكيلوغرامات من الحلوى من غرام واحد من الخشب فاننا نقوم باعلان هذا الخبر العجيب الى جميع أرجاء الدنيا ، وان اكتشافنا لكيفية قيامه بهذا العمل الخارق لا يقلل من انبهارنا بمهارته ، بل يكون داعياً لزيادة اعجابنا وتقديرنا .

فكيف اذن ؛ يستطيع أي انسان ان يكبح مشاعر الاعجاب والانبهار بقدرة الخالق الذي يخرج شجرة تين باسقة بأغصانها وأوراقها وأثمارها من بذرة تين صغيرة ، والذي خلق الكون بكل ما يحتويه من جماد وأحياء من نفس اللبنة الاساس ، الا وهي ؛ الذرة ، والذي اسس توازناً دقيقاً رائعاً في الكون بواسطة أربع قوى ؟! فهل من المنطق ان يكون اكتشافنا لقانون رائع حائلا بيننا وبين عدم رؤية خالق وواضع هذا القانون ؟!.

---

(١) يشير المؤلف هنا الى ظاهرة الانفعال المشروط الذي اكتشفه العالم الروسي «بافلوف» في تجاربه المعروفة على الحيوانات ..
( المترجم )

## الفصل الثاني

# العناصر والمركبات
# كيف ينشأ هذا العالم من حوالينا ؟

تناولنا حتى الآن ذرة الهيدروجين كمثال ، وهي أبسط العناصر وأوفرها وجوداً في الكون ، وتتألف من بروتون ومن الكترون ، ويؤلف عنصر الهيدروجين ٨٠٪ من مجموع المادة في الكون • غير ان الكوكب الذي نعيش عليه يعتبر ـ حسب علمنا الحالي ـ أكمل مكان في الكون ، لان أهم ميزة أمتازت بها دنيانا هي ظهور الحياة فيها • هذه الحياة التي تحتاج الى حدوث فعاليات كيمياوية وفيزيائية في غاية التشابك والتعقيد •

في دنيانا تم اكتشاف ما يزيد على المائة من المواد الاساسية التي نطلق عليها اسم «العناصر» ، وكما ذكرنا آنفاً فان المواد بدءاً من أبسطها ( وهي الهيدروجين ) تكتسب تركيباً معقداً بشكل تدريجي كلما زاد عدد البروتونات الموجودة في نواة ذرتها •

والمادة الثانية من ناحية البساطة بعد الهيدروجين هي : مادة ( الهليوم He ) حيث تحتوي نواتها على بروتونين ونيوترونين ، وتأتي بعدها مادة ( الليثيوم Li ) التي تحتوى نواتها على ثلاثة بروتونات وثلاثة نيوترونات ، وهكذا يستمر هذا الترتيب تصاعدياً •

وتعطى للعناصر أرقام معينة وحسب عدد البروتونات التي تحتويها نوى ذراتها ، ويطلق على هذه الأعداد اسم «العدد الذري» لذلك العنصر ، فالعدد الذري للهيدروجين هو ؛ (١) ، والعدد الذري للهليوم هو ؛ (٢)، وللثيوم ؛ (٣) والعدد الذري للاوكسجين هو ؛ (٨) أما لليورانيوم فهو ؛ (٩٢) •

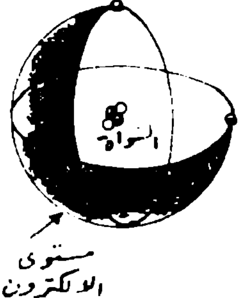
لاشك أنكم لاحظتم باننا لا نأخذ عدد النيوترونات الموجودة في نواة الذرة بنظر الأعتبار ، فالحقيقة ان عدد النيوترونات لا يلعب أي دور في ترتيب العناصر وفي تمايزها ، كما انه ليس من الضروري أبداً أن يساوي عدد البروتونات الموجودة في النواة عدد النيوترونات ، مثلا ؛ نجد ان نواة ذرة الأوكسجين التي لنواتها (٨) من البروتونات قد تملك (٨) أو (٩) أو (١٠) من النيوترونات ، ان تغير هذا العدد من النيوترونات لا يخرج الاوكسجين عن كونه أوكسجيناً • غير ان المادة ان كانت تحتوي على اعداد مختلفة من النيوترونات فاننا نطلق عليها اسم ( النظائر isotopes ) فمثلا ؛ هناك ( يورانيوم ٩٢ ) وله نظائر متعددة أمثال ( يورانيوم ٢٣٥ ) و ( يورانيوم ٢٣٨ ) ، فالنظير الاول تحتوي نواتها على (١٤٣) نيوترونا أما الثاني فعلى (١٤٦) ـ الأرقام ٢٣٥ و ٢٣٨ هي مجموع البروتونات والنيوترونات[1] ـ ، ويلاحظ ان الفروقات الموجودة بين عدد البروتونات وبين عدد النيوترونات تزداد كلما تدرجت من العناصر البسيطة الى العناصر المعقدة •

ذكرنا في الفصل السابق بانه ؛ يلاحظ وجود توازن دقيق جداً في بنية الذرة ••• اذن دعونا نعطي بعض التفاصيل حول هذا الموضوع •

---

(١) النظير الاول : ١٤٣ + ٩٢ = ٢٣٥
وفي النظير الثاني : ١٤٦ + ٩٢ = ٢٣٨

ان التوازن المذكور أعلاه لا يتوفر في كل عنصر وعلى الدوام ، ولو كان موجوداً لما كان بالامكان تكون الجزيئات نتيجة الاشكال المختلفة لارتباط الذرات بعضها مع البعض الآخر • وقبل الدخول الى تفاصيل هذا الموضوع سنلقي نظرة على كيفية استقرار الالكترونات في مداراتها حول النواة •




**تاخذ الالكترونات مواضع معينة وباعداد معينة حول النواة ، وهذه المواضع تدعى ب (مستوى المدار) او ظرف التي تنقسم الى مجاميع معينة ، ففي ذرة الهليوم نرى ان الالكترونين الذين تملكوهما ذرة الهليوم تشغلان نفس (مستوى المدار) اما في الذرات التي لها اكثر من الكترونين فانها تحتاج الى مستويات اخرى**

كلما تدرجت العناصر من البساطة الى التعقيد ازداد عدد البروتونات ، أي ؛ ازدادت شحنتها الموجبة ، وبالمقابل نرى تزايد عدد الالكترونات ذوات الشحنة السالبة ، لذا فاننا عندما ننتقل من الهيدروجين الى الهليوم نرى تزايد عدد الالكترون ـ مثله في ذلك مثل البروتون ـ الى اثنين •

وهكذا تزيل الأقطاب المتضادة تأثير بعضها البعض ، فتكون النتيجة ، ان الذرة تكون متعادلة كهربائياً •

اثناء تزايد عدد الجسيمات في النواة فانه لا تظهر هناك أية أزمة مكان ، فالبروتونات والنيوترونات في وضع متماسك ومتلاصق بشكل كرة ، وحجم الكرة هذه يزداد تبعاً لزيادة عدد «النويات»[٢] •

(٢) النوية : هي البروتون والنيوترون •

مثل هذه الحرية غير موجودة بالنسبة للالكترونات ، فهي تتوزع في مدارات دائرية حول النواة ، وكل مجموعة ( Group ) من هذه المدارات لها سعة معينة لاحتواء الالكترونات ، ومكان وموضع كل الكترون مثبت داخل الذرة تماماً ، ويطلق اسم « المستوى الالكتروني » على هذه المجموعات المدارية ؛ أو باختصار ؛ «المستوى» .

ويطلق على مستويات الالكترونات هذه اعتباراً من الأقرب الى النواة ؛ المستوى الاول ثم المستوى الثاني ثم المستوى الثالث ... وهكذا . أو يرمز الى المستوى الأقرب الى النواة بالرمز K ثم للمستوى الذي يليه بالرمز L ، ثم M ، N ، O .... الخ . اما نحن فنستعمل الرمز بالأحرف عند الاشارة الى هذه المستويات .

يستطيع المستوى K ( الاقرب الى النواة ) استيعاب الكترونين والمستوى L (٨) الكترونات ، والمستوى M (١٨) الكتروناً . أي ان قابلية استيعاب الالكترونات تزداد كلما ابتعدت هذه المستويات من النواة . ويمكن استخراج سعة الاستيعاب بضرب مربع رقم المستوى في العدد (٢) .

المستوى K : ١^٢ × ٢ = ٢ الكترون

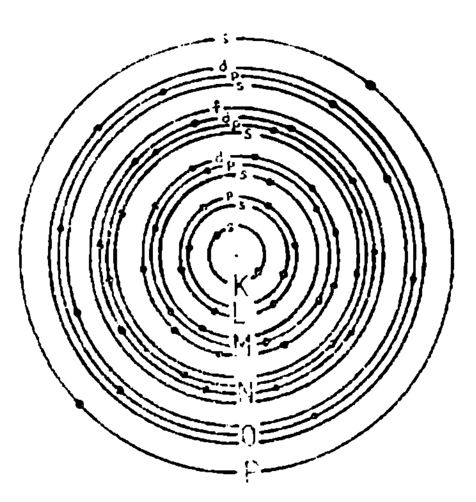
المستوى L : ٢^٢ × ٢ = ٨ الكترون

المستوى M : ٣^٢ × ٢ = ١٨ الكترون

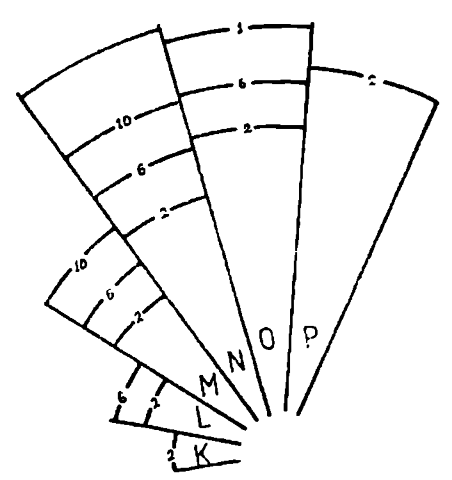
المستوى N : ٤^٢ × ٢ = ٣٢ الكترون

ولا ينتهي الأمر بهذا ... فان هذه المستويات تنقسم فيما بينها الى مدارات ثانوية . ويرمز الى هذه المدارات الثانوية ( اعتباراً من الداخل والى الخارج ) بالرموز ( S ) ، ( p ) ، ( d ) و ( F )

فاذا استثنينا المستوى ( K ) ؛ الذي له مدار واحد فان المستوى ( L ) الذي يليه ينقسم الى المستويات الثانوية ، أو المدارات الثانوية ( S ) و ( p ) .




يرينا هـــذا الشكل مواضـع الالـكترونات في المستويات الرئيسة وفي المستويات الثانوية (الفرعية) لذرة اللانتان ( رقمه ٥٧ ) فمع ان المستوى الرابـــع ( F ) للمستوى الرئيسي ( N ) يخلو من الالكترونات ، الا ان المستويات الاخرى الموجودة بعدها تملك عددا من الالكترونات ٠




وهذا يتأتى من «تراكب» المستويات الفرعية بعضها فوق بعض احيانا ٠ والشكل يرينا كيف ان المستويات ( M , N ) وكذلك ( N , O ) و ( O , P ) قد تراكب الواحد على الآخر في نفس الذرة ٠

وينقسم المستوى ( M ) الى ثلاثة مدارات ثانوية هي : ( p )
( s ) , ( d ) أمـــا المستـــويات ( N ) ' ( O ) ' ( P )
فان كلا منه يحتوى على أربعة مدارات ثانوية هي (s) ' (p) ' (d) ' (f) .
وتنقسم الالكترونات التي يحتويها اي مستوى رئيسي بين هـــذه المدارات
الثانوية ، فمثـــلا : نـرى التقسيم التالي للالكترونات للمستوى ( M )
لذرة الحديد ( Fe ) الذي يحتوي على (١٤) الكترونا •

الكترونات في المدار ( S )

٦ الكترونات في المدار ( d )

٦ الكترونات في المدار ( p )

لنرجع مرة أخرى الى أبسط العناصر ••• الى الهيدروجين : ان الالكترون الوحيـــد لذرة الهيدروجين يوجـــد في المستوى ( K ) والالكترون الثاني لذرة الهليوم يوجد ايضاً في المستوى ( K ) فاذا جئنا الى ذرة « الليثيوم » فسنرى ان الالـكترون الثالث موجـــود في المـــدار الثانوي الاول ( S ) للمســتوى ( L ) وذلك لان المستوى ( K ) وصل الى حالة الاشباع بعد ان أخـــذ كـــل حصته أو كل سعته ( وهي الكترونان ) اما ذرة الكربون ذات الالكترونات الستة ، فان الالكترونات تتوزع كما يلي :

زوج من الالكترونات في المستوى الأول ( K ) •

زوج من الالكترونات في كل من المدار الثانوي الاول والمدار الثانوي الثاني من المستوى ( L ) .

وهكذا فكلما وصل أي مستوى الى حالة أشباع ، أتى دور المستوى الثاني ••• وهكذا •

ولكن تظهر هنا أمامنا قاعدة أخرى :

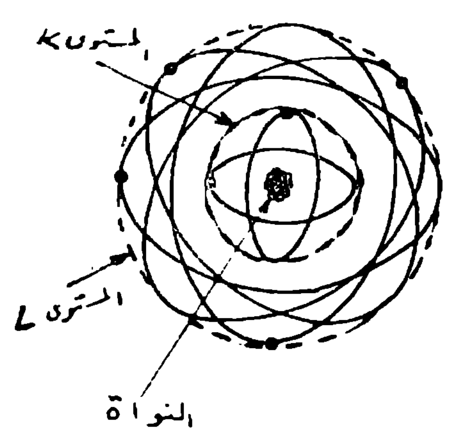
[ لا يمكن ان يوجد اكثر من ثمانية الكترونات في المستوى الأخير ( أي المستوى الأبعد عن النواة ) لأية ذرة من الذرات ] • فاذا زاد عدد الالكترونات في المستوى الأخير عن (٨) الكترونات ، حولت الأعداد الزائدة منها الى المستوى الذي يليه • لنعط مثالا :

ان ذرة البوتاسيوم ( K ) تملك (١٩) الكتروناً • يوجد منها الكترونان في المستوى ( K ) و (٨) الكترونات في المستوى ( L ) الى هنا نرى ان الوضع مطابق لما جاء أعلاه ، أما الالكترونات التسعة الباقية فانها بدلا من تواجدها بأجمعها في المستوى ( M ) الذي يلي المستوى ( L ) ( ذلك لان سعة المستوى ( M ) هي ١٨ الكترونا ) فاننا نرى ان ثمانية الكترونات فقط تتواجد في المستوى ( M ) ، اما الألكترون التاسع فيرسل الى المستوى ( N ) .

ترى ما الحكمة من ذلك ؟!•••

ان أمتلاء المستوى الخارجي ( أي المستوى الأبعد عن النواة ) لأية ذرة بالالكترونات أي وصوله الى حد الأشباع ، يعني ان تلك الذرة قد وصلت الى حالة استقرار تام ••• وماذا يعني ذلك ؟•

ذلك يعني صعوبة قيام تلك الذرة بالتأثير المتقابل مع غيرها بل استحالته ، لكون الذرة وصلت الى حالة تعادل ، نتيجة تساوي عدد البروتونات مع عدد الالكترونات ، ولا تملك شحنة كهربائية ـ سواء أكانت موجبة أم سالبة ـ لكي تتجاذب وتتحد مع ذرة أخرى لها شحنة معاكسة لها ، على العكس من ذلك تماماً فان المستوى الخارجي الأبعد عن النواة ان




**تاخذ الالكترونات الستة لذرة الكاربون اماكنها في المستويات ( K ) ( L ) • فالمستوى ( K ) اشبع بالكترونين اثنين ، ولكن المستوى ( L ) الذي يسع ثمانية الكترونات يعاني نقصا مقداره (٤) الكترونات وهذا النقص يلعب دورا بارزا في تامين اتحاد ذرات الكاربون مع ذرات العناصر الاخرى •**

كانت مشبعة بالالكترونات أي بالشحنة السالبة ، فان معنى ذلك ؟ ان تتولد قوة تنافر كبيرة بين الذرات • ولما كانت القوة الكهرومغناطيسية ؟ هي القوة الوحيدة التي يظهر تأثيرها بشكل واضح بين الذرات ، لذا فقد كان من المستحيل ان تتحد وتجتمع معاً ذرتان في الظروف الاعتيادية ( الحالة الوحيدة التي تتغلب فيها القوة الكهرومغناطيسية هي في نجوم • الاقزام البيضاء ، والنجوم النيوترونية التي تبلغ فيها قوة الجاذبية مستويات عالية جداً • ومع ان قوة الجاذبية تبلغ مقادير كبيرة جداً في مراكز الكواكب السيارة ، الا ان هذه القوة الضخمة لا تكفي في التغلب على التوازن الكهرومغناطيسي الموجود داخل الذرة ، ولكنها تؤدي فقط الى تقليص المسافة الموجودة بين النواة والالكترونات • اما في مركز النجوم فأن الالكترونات تتحرك بحرية بين نوى الذرات ) •

والآن لنتأمل الوضع المعاكس :

لنتأمل وضع الذرات التي يوجـــد فيهـــا نقص في الألكترونات في المستوى الخارجي ( المدار الخارجي ) ، فهذه الذرة تظهر ميلا لسد هـــذا النقص في أول فرصة تسنح لها ، وعند محاولة سدها النقص فانها بطبيعـة الحال تبدي ميلا للتأثير والتأثر المتبادل بينها وبين الذرات الأخرى •

ونستطيع ان نصنف هذه التأثيرات كما يلي :

١ ـ انتقال الالكترونات Transfer of Electrons

٢ ـ الالكترونات المشاركة Sharing Electrons

٣ ـ التكافؤ الكهربائي ( الرابطة المعدنية ) Electrovalence

لنشرح كل تأثير بأختصار :

**١ ـ انتقال الالكترونات :**

كما رأينا سابقاً ، فانه عند تساوي عـدد البروتونات مـــع عـــدد الالكترونات في ذرة ما فان هـذه الذرة تكون في حالـة تعـادل كهربائي ، ونستطيع ذكر ذرة الصوديوم ( Na ) التي تملك (١١) بروتون و (١١) الكترون كمثال على ذلك • وطريقة توزع الالكترونات في ذرة الصوديوم هي كما يلي :

الكترونان في المستوى K

(٨) الكترونات في المستوى L

الكترون واحد في المستوى M

والآن لأخذ الألكترون الواحد من المستوى ( M ) ••• في هـذه الحالة سيقل عدد الالكترونات ويصبح (١٠) الـكترون ، وهـكذا يختل

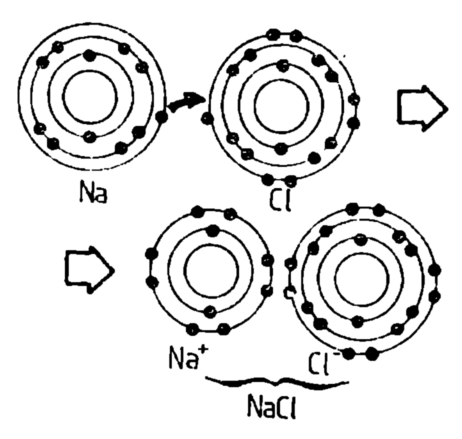
التوازن الكهربائي لذرة الصوديوم اذ تصبح حاملة لشحنة موجبة ، وبتعبير آخر ؛ فان ذرة الصوديوم اصبحت في حالة «متأنية» •

وليس من الصعب توقع كيفية تصرف ذرة متأنية ، اذ ان مثل هذه الذرة «ا ان تجد حواليها ذرة ذات شحنة مضادة لها حتى تجذبها اليها ••• فهكذا مثلا يتكون ملح الطعام الذي نستعمله على موائدنا :

يحدث انتقال الالكترونات بين عنصر الصوديوم ( Na ) الذي عدده الذري (١١) وبين عنصر الكلور ( Cl ) الذي عدده الذري (١٧) ، فالمدار الأخير في كلا العنصرين غير مشبع تماماً ، فسعة المستوى ( M ) في ذرة الصوديوم هي (١٨) الكترون ، ولكن لا يوجد فيه سوى الكترون واحد ، اما عدد الالكترونات الموجودة في المستوى ( M ) لذرة الكلور فهو ؛ (٧) الكترونات ، وبتعبير آخر ؛ فان كلتا الذرتين تحاولان سد النقص في مستواها الخارجي • وفي هذا الوضع اما ان تقوم ذرة الصوديوم بسحب ( ٧ ) الكترونات من ذرة الكلور ، أو تقوم باعطاء الكترون واحد اليها ، ولما كان عدد الالكترونات في المستوى الخارجي لذرة الكلور اكبر فانها تكون في وضع «أقوى» ، أي ان التضحية بالالكترون تكون من حصة ذرة الصوديوم • وعندما تقوم ذرة الصوديوم باعطاء الالكترون الوحيد الموجود في مستوى ( M ) الى الكلور ، فان الوضع يكون كالآتي :

يكون المستوى ( L ) هو المستوى الخارجي لذرة الصوديوم ويكون مشبعاً بـ (٨) من الالكترونات ، ونتيجة لفقدانها شحنة سالبة فان ذرة الصوديوم تأخذ وضع أيون موجب ، وبالمقابل فان ذرة الكلور التي أصبح عدد الكتروناتها (١٨) الكتروناً تنقلب الى أيون سالب • وبسبب قوة التجاذب الموجودة بين الأقطاب الكهربائية المتضادة فان هاتين الذرتين

الحاملتين لشحنتين متضادتين ترتبطان معاً بالقوة الكهرومغناطيسية ، وهكذا يظهر الى الوجود ملح الطعام ( Salt ) الذي نستعمله على موائدنا .




**تبادل الالكترونات بين ذرات الصوديوم (Na) وذرات الكلور (Cl)**

**٢ ـ الالكترونات المشاركة :**

قد لا يتيسر في جميع الأحوال انتقال الالكترونات لسد نقص المستويات الخارجية للذرات .

لنأخذ ذرة الفلور ( F ) ( رقمه الذري ٩ ) ، فسنرى ان الكترونين من مجموع الكتروناتها موجودان في المستوى ( K ) وان سبعة الكترونات موجودة في المستوى ( L ) .

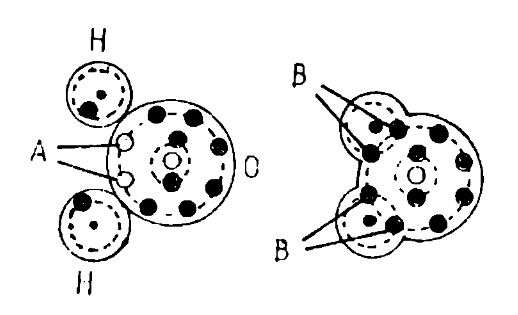
اذن ؟ فهذه الحالة تشير الى ان المستوى ( L ) يعاني نقصاً بمقدار الكترون واحد . فان صادفت ذرة الفلور أي ذرة أخرى تملك الكتروناً واحداً في مستواها الخارجي (كذرة الليثيوم ( Li ) التي تملك (٣)

الكترونات فانها تحاول الاستيلاء على هذا الالكترون لتسد نقصها • ولكنها لا تستطيع ذلك مع ذرة أخرى من الفلور ، لذا يتم التوصل الى حل وسط ، أو الى حل مشترك ، اذ تقوم الذرتان باقتسام احد الالكترونات الخارجية الموجودة في المستويات الخارجيـــة ( المدارات الخارجيـــة) ، وهـــذه الالكترونات المقسمة أو (المشتركـــة) تتحرك تحت تأثير جاذبيـــة كلا الذرتين وتملأ الفراغ في كلا المستويين الخارجيين للذرتين • وباختصار نستطيع القول ؛ ان كـل ذرة مـن هاتين الذرتين تستطيع اعتبار هـــذا الالكترون عائداً لها • وهذه هي كيفية تكون جزيئة هيدروجين واحدة من ذرتي هيدروجين •

وليس من الضروري ان يتم الاقتسام بين ذرتين فقط ، فمثلا نرى ؛ ان ذرة الاوكسجين ( التي تملك (٦) الـــكترونات في مستوى ( L ) تشترك بالكترون واحـــد مـع ذرتين من الهيدروجين لاشباع مستواها الخارجي وتكوين جزيئة الماء •

اما عند تشكيل جزيئة الميثان ( **Methan** ) المؤلفة من ذرة واحـــدة من الـكربون ( C ) مع (٤) ذرات هيدروجين ؛ فاننا نرى ان هناك (٤) الـكترونات في مستوى ( L ) لـذرة الكربون • وتقـوم ذرات الهيدروجين الأربع التي تحيط بذرة الكربون من جهاتها الأربع باقتســام هذه الالكترونات مع ذرة الكربون ، وبالمقـــابل فـــان الكترونات ذرات الهيدروجين تدخل أيضاً في مجال تأثير ذرة الكربون •

ومـا المـاس المعروف الا ناتج اقتسام ذرات الكربون للالكترونات فيما بينها •




**في القسم الأيسر من الشكل نرى ذرتي هيدروجين (H) مع ذرة من الاوكسجين (O) التي تعاني نقصا مقداره الكترونين في المستوى (L) وقد اشيرت الى الالكترونات الناقصة بالحرف (A) .**

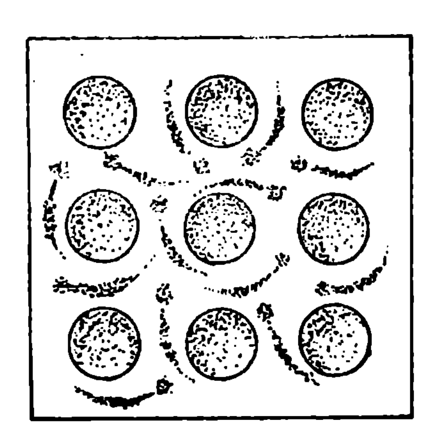
**وفي القسم الايمن نرى ان ذرة الاوكسجين قد سدت نقصها هذا بمشاركة ذرتي الهيدروجين مع الكتروناتها ( حرف (B) يشير الى الالكترونات المشتركة ) .**

**٣ ـ التكافؤ الكهربائي ( الرابطة المعدنية ) :**

هـذه الرابطة أو العلاقة تشبه انتقال الالكترونات بوجـه مـن انوجوه . ففي هـذه الرابطة تفقد الذرات أيضـاً بعضاً مـن الكتروناتها وتنقلب الى أيونات موجبة ، ولكن مع ملاحظة فرق واضح ؛ وهو : انـه في الشكل السابق كنا نرى أمام كل أيون موجب أيوناً سالباً ، ولـكننا نجد هنا ان الذرات بتكومها وتجمعها بشكل أيونات موجبة تشكل مـا نطلق عليه اسم «المعدن» .

ولـكن كيف يتسنى تجمع ذرات تحمـل نفس الأقطـاب ونفس الشحنات الكهربائية معاً لتأليف بنية قوية ومتماسكة ؟

سيأتينا جواب هذا السؤال من الالكترونات أيضاً ... فالالكترونات



**في الرابطة المعدنية تتحول الذرات الى أيونات موجبة بعد فقدها للالكترونات ، وتقوم « سحابة الالكترونات» ذات الشحنة السالبة والمتكونة من الالكترونات الحرة المتجولة بين الذرات بربط هذه الذرات بعضها مع البعض الآخر .**

المفقودة من الذرات المتجمعة بواسطة الرابطة المعدنية ، لا تنتقل من ذرة الى أخرى كما هو الوضع في الحالة الاولى ، ولا تتقاسم بين الذرات كما هو الوضع في الحالة الثانية ، اذ نراها هنا قد اكتسبت نوعاً من الحرية ، فهي تجول بين الذرات ، ونتيجة هذا التجول يتشكل ما يشبه سحابة من الكهربائية السالبة تقوم بعملية ربط الذرات ذات الشحنات الموجبة بعضها .

ان تجول أعداد كبيرة من الالكترونات في المواد المتشكلة بالتكافؤ الكهربائي ( عامل الرابطة المعدنية ) تكسب تلك المادة خاصية الأيصال .

فهذا هو السبب الحقيقي لقابلية هذه المواد على امرار وعلى ايصال التيار الكهربائي ، وبسبب قيام نفس هذه الالكترونات بامتصاص كل أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسي ، فان المعادن لا تسمح بنفاذ الضوء من خلالها .

# الفصل الثالث

## المادة المضادة
## الجسيمات التي تفني احداها الاخرى

لا تقتصر المادة على الاشكال والأنواع التي نراها حوالينا . فعلاوة على هذه ، يوجد شكل آخر له خواص معاكسة تماماً لخواص اشكال المادة التي نعرفها . ونطلق على هذا الشكل الآخر اسم «المادة المضادة » أو «المادة النقيضة» . وهناك جسيمات نقيضة لكل الجسيمات التي تؤلف الذرة .

ومع ان الجسيمات النقيضة لها خصائص مناقضة للجسيمات الأعتيادية ، الا انه من المستحيل تميز احداها عن الأخرى ( أي تمييز الجسيم عن الجسيم النقيض ) ، ذلك لأن الجسيم الأعتيادي والجسيم النقيض لهما نفس الكتلة ويقومان بنفس الوظائف كلا في عالمه الخاص . فالخواص المتضادة تتجلى في الشحنة الكهربائية واحياناً في اتجاه الدوران .

مثلا :

ان نقيض جسيم يحمل شحنة موجبة ، وهو جسيم يحمل شحنة سالبة ، أي ان الحالة هنا ليست كالفرق في الشحنات بين الالكترون والبروتون مع وجود فرق في الكتلة بينهما ، اذ لا يوجد أي فرق في الكتلة بينهما ، أي لا يوجد أي فرق في الكتلة بين الجسيم وبين نقيضه ، فالبروتون النقيض ( Anti Proton ) كتلته تساوي تماماً كتلة البروتون ( أي كتلته تساوي ١٨٣٦ مرة بقدر كتلة الالكترون ) ولكنه يحمل شحنة كهربائية سالبة مثل الالكترون . اما نقيض الالكترون ( Anti electron ) ويدعى : بـ ( البوزترون Positron ) فانه يملك نفس كتلة الالكترون ولكنه يحمل شحنة موجبة .

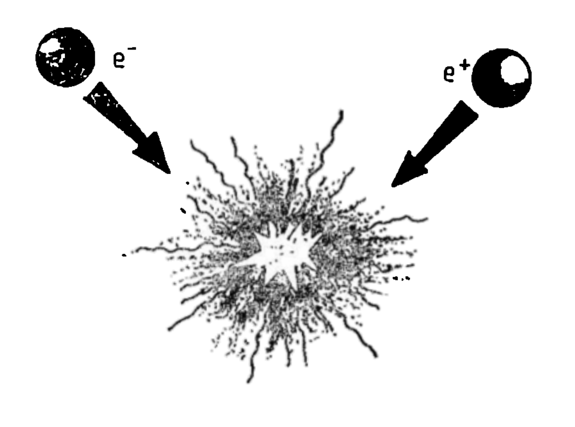
ان فكرة المادة النقيضة طرحت بشكل نظري لأول مرة في الربع الأول من القرن العشرين ، وعندما اكتشف البوزترون لأول مرة ضمن الاشعاعات الكونية سنة ١٩٢١م تم اثبات نظرية المادة النقيضة ، وفي سنة ١٩٥٥م تم اكتشاف البروتون النقيض ، وفي السنة التالية اكتشف النيوترون النقيض .

كما في الجسيمات الاعتيادية فانه عند اجتماع الجسيمات النقيضة من الممكن ان تتألف الذرات والجزيئات ، والكواكب السيارة والنجوم والمجرات من هذه المادة النقيضة . ففي هذه الحالة يجب ان تدور البوزترونات حول النواة المتكونة من البروتون النقيض Anti - Proton ومن النيوترون النقيض ( Anti - neutron ) ، كما يجب ان تتوفر في كل ذرة من الذرات المجتمعة معاً صفة «المادة النقيضة» ذلك لأن العلاقة بين المادة وبين المادة النقيضة هي علاقة خصام وعدم انسجام ، تماماً كالعلاقة بين « العروس وأم العريس » ، اذ لا يمكن ان يجتمعا معاً بهدوء وبسكون،

والأسوأ من هذا انهما ان اجتمعا معاً فنيا .

ان قمنا بجمع البوزترون ( Positron ) والالكترون ( electron ) معاً في مكان واحد نرى انهمــا يدوران حول بعضهما البعض مشكلين ذرة «البوزترونيوم» ولــكن لمدة قصيرة جداً تقدر بجزء من عشرة ملايين جزء من الثانية يخرجان بعدها من عالم المادة تاركين مكانهما لمقدار من الطاقة .

اثناء مثل هذه الفعاليات قد تظهر جسيمات أصغر حجماً بجانب ظهور الطاقة ، فعند تقابل البروتون مــع « البروتون المضاد » وقيام كل منهما بأفناء الآخر تظهر أمامنا «البيونات» كما سنرى في الفصل القادم . ولو أجرينـا العملية بشكل معاكس ( كمن يقوم بارجاع شريط سينمائي الى الوراء ) نرأينا تـكون البروتون ونقيض البروتون من « البيون » ولكن كما قلنا




عندمـــا يتقابل الالكترون ( $e^-$ ) مــــع البوزترون ( $e^+$ ) يفنى الاثنان . وهذه القاعدة شاملة وجارية بالنسبة لكل انواع المواد مع نقائضها .

سابقاً فانه لا يمكن جمع هذين الجسيمين النقيضين معاً • ولهذا السبب ، فانه بالرغم من القيام بتكوين نواة ذرة نقيضة في المختبر ، الا انها لا تلبث الا فترة قصيرة جداً ثم تختفي نتيجة تماسها بالمادة من حواليها وقيام كل منها بافناء الأخرى •

لما كان في الأمكان تكوين ذرات نقيضة مـــن هـــذه الجسيمات النقيضة ، ومن ثم تكوين الكواكب السيارة والنجوم والمجرات ••• اذن فهل هناك في الكون كواكب نقيضة ومجرات نقيضة ؟

نستطيع ـ في ـ أقل تقدير ـ الجزم بعدم وجود مثل هـذه الأجرام والمجرات بالقرب منا ، فلو كان القمر الدائر حولنا متكوناً مـن المـــادة النقيضة لما بقي أي أثر لرواد الفضاء الذين مشوا عـلى القمر وكذلك نعلم ان الـكواكب التي ارسلت اليها سفن فضائيـة ـ كالمريخ مثلا ـ متكونة من الذرات الاعتيادية التي نعرفها ، لأن هذه السفن الفضائية بقيت سليمة • ويمـكن ذكر نفس الشيء بالنسبة للسيارات البعيـدة • ذلك لأن جميـع سيارات مجموعتنا الشمسية ، تتعرض ـ مثل أرضنا ـ لسيل منهمر مـن العاصفة الشمسية ، فلو كانت هذه السيارات مؤلفة مـن المـادة النقيضة لشاهدنا من على سطح أرضنا عملية فناء هـــذه الأشعة عنـــد وصولها وارتطامها بهـا •

ولاشك ان مجرتنا أيضاً تتألف من المادة الأعتيادية ، ذلك لأن هناك تأثيرات متبادلة ـ مثل الاشعة الكونية ـ بين نجوم مجرتنا ( درب التبانه ( Milkyway ) لذا فان استمرار نجوم درب التبانه ( البالغ عددها ٢٠٠ مليار نجمة ) بحياتها ووجودها في هدوء وسكون يشير الى عدم وجـود

أية ظاهرة افناء تجري بين المادة ونقيضها في مجرتنا ... على الأقل عدم وجودها بدرجة ظاهرة أو مهمة .

ولكننا لا نستطيع ان نقول نفس الشيء وبنفس الاطمئنان والثقة بالنسبة للمجرات البعيدة جداً عنا ، اذ على قدر الأدلة الموجودة على كون هذه المجرات المتكونة من مجاميع نجمية مؤلفة من المادة الأعتيادية الموجودة حوالينا فإن هناك نفس القدر من الاحتمالات على كونها مؤلفة من المادة النقيضة . وامكانياتنا وقدراتنا الحالية لا تسمحان لنا بالبت النهائي حول هذا الموضوع . ذلك لأن الجسيمات الواصلة الينا من هذه المجرات عبارة عن : الفوتون ( Photon ) والنيوترينو ( neutrino ) والكرافيتون ( Grauiton ) .

( وسنتناول هذه الجسيمات في الفصل القادم ) . فاذا تناولنا الفوتون فاننا نرى انه ونقيضه نفس الشيء ، ولا يمكن ملاحظة أي فرق بينهما ، لذا فلا يمكننا ان نعلم عما اذا كان هذا الفوتون من المادة الاعتيادية أم من المادة النقيضة . اما النيوترينو ؟ فمن الصعب جداً الامساك به ثم من الصعب جداً التمييز بينه وبين النيوترينو النقيض . اما الـ «كرافيتون» ؟ وهو الجسيم الذي ينقل قوة الجاذبية فلم يتيسر لنا حتى الآن مشاهدته وفحصه علاوة على ان الاعتقاد السائد هو انه وضده نفس الشيء لذا لا يمكننا تتبع آثار المادة والمادة المضادة في هذا الجسيم .

يمكن لمجرة نقيضة ان توجد على بعد كاف وأمين من المجرات الاعتيادية الأخرى . ولكن وصول أية مادة من عالمنا الى مثل هذه المجرة أو الى أية نجمة فيها يعني فناءها فوراً . فكما تعتبر دنيانا مكاناً غير أمين على الأطلاق للمادة النقيضة ، فان أية « دنيا نقيضة » تعتبر على

نفس الدرجة من عدم الأمان بالنسبة لنا . غير ان كل شيء يسير بشكل منتظم في مثل هذه العوالم النقيضة ، بل يمكن حتى ظهور الحياة فيها ان توفرت فيها الظروف والشروط الضرورية . اذن نستطيع القول - على ضوء المعلومات السابقة - بان الفرق هو فرق في التناظر فقط ، ويشبه هذا ؛ الاشارة الى يد بدلا من اليد الأخرى ، أو الى عين بدلا من الأخرى ، أو يشبه رؤية أنفسنا في المرآة .

## الفصل الرابع

# جسيمات اصغر ... فأصغر

## الذرة : البئر التي لا يرى قاعها

ان النظر الى الذرة باعتبارها مؤلفة فقط من مجاميع من البروتون والنيوترون والالكترون تعتبر نظرة سطحية جداً . فكما ان الذرة لا تشكل اصغر جسم مادي ، فان الجسيمات التي مر ذكرها أعلاه لا تعتبر كل الجسيمات الموجودة في الذرة ، اذ ان الابحاث المستمرة منذ نصف قرن تقريباً كشفت عن وجود جسيمات عديدة اضافة الى البروتونات والنيوترونات ولا أحد يستطيع أن يعرف أو يتكهن أين ستقف وتنتهي هذه الجسيمات ، مع الأخذ بنظر الأعتبار ان لكل جسيم مادي هناك جسيم نقيض له أيضاً .

ان بعضاً من هذه الجسيمات أعتبرت موجودة كنتيجة ضروريه لنظرية «الكم» ( Quantum theory ) ، فحسب هذه النظرية (التي سنعطي بعض التفاصيل عنها قبيل خاتمة الكتاب ) فان الطاقة تنقل بـ «كمات» لا كتل لها ولا جسم ، وهذه «الكمات» التي نطلق عليها اسم الفوتون ( Photon ) هي التي تؤمن لنا رؤية الأشياء من حولنا ، لأنها

هي «العلب» التي تنقل لنا الضوء وجميع أنواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية • وكما سنرى في الفصل المتعلق بالاشعاع الكهرومغناطيسي ؛ فان بعض التغيرات التي تحدث داخل الذرة تؤدي الى انطلاق جزء من الطاقة بشكل جسيمات فوتون الى الخارج • والأشعاع الصادر يتغير حسب شدة الطاقة ( اشعة گاما ، اشعة أكس ، فوق البنفسجية ، فوق الحمراء ، الضوء الاعتيادي ) وعلاوة على ان الفوتون لا كتلة له فانه لا يحمل أيضاً أية شحنة كهربائية ، وسرعته كبيرة جداً تقارب ٣٠٠٠٠٠ر٣٠٠كم/ثانية (ان أردنا الدقة فسرعته هي ٧٩٣ر٢٩٩كم/ثا) وهذا ما نطلق عليه سرعة الضوء •

وعلى غرار عملية الأشعاع ، فان كل تأثير متبادل بين المواد ـ كقوة التجاذب والتنافر ـ يتم عن طريق تبادل الجسيمات كما هو الأعتقاد السائد حالياً • فالجسيمات التي يتم تبادلها في حالة القوة الكهرومغناطيسية هي الفوتونات ، أما في حالة قوة الجاذبية فان التبادل يتم عن طريق جسيم يتصور وجوده أطلق عليه أسم ( گرافيتون Graviton ) ، ويعتقد انه مثل الفوتون لا كتلة له وأنه يسير ايضاً بسرعة الضوء • ولكن الفرق البارز بين الفوتون والـ «گرافيتون» هو في مقدار الطاقة التي يحملها كل منهما • فكما تتذكر من المقايسه التي أجريناها سابقاً بين القوة الكهرومغناطيسية وقوة الجاذبية فان هناك نسبة كبيرة جداً تبلغ ١/١٠$^{٣٩}$ بين الطاقة التي يحملها الـ «گرافيتون» والطاقة التي يحملها الفوتون[١] • وبسبب الضآلة الشديدة للطاقة

---

(١) أي ان طاقة الفوتون تبلغ (١٠$^{٣٩}$) ضعف الطاقة التي يحملها الـ «گرافيتون» •

( المترجم )

التي يحملها الـ «كرافيتون» تعذر علينا حتى الآن ـ بامكانياتنا الحالية ـ مراقبته وفرزه كسائر الجسيمات الأخرى .

ولكن في سنة ١٩٧٨م تمت مشاهدة بعض الأمارات التي تدل على احتمال وجود جسيمات الـ «كرافيتون» فعلا .

كان معروفاً منذ عدة سنوات ، بان هناك في برج العقاب ( Aigle ) نجم نيوتروني يرسل موجات راديوية بنبضات شديدة جداً ، ويدور حول جرم فضائي غير مرئي ( قد يكون نجماً نيوترونياً آخراً أو ثقباً اسوداً ) ،شكلا معه ثنائيا نجميا . ويدور هذا الثنائي أحدهما حول الآخر بسرعة (١٠٠٦) مليون كم في الساعة ويتم دوران كل منهما حول الآخر في ثماني ساعات ، وحسب حسابات العالم الفلكي جوزيف . هـ . تايلور ( Joseph.H. Taylor ) من جامعة «ماساشوستس» في الولايات المتحدة الامريكية ؛ فانه ان كانت قوة الجاذبية بين هذين الجرمين السماويين نتيجة تبادل الجسيمات بينهما فان من الضروري فقد كل من هذين الجرمين جزء من طاقته ، مما يؤدي الى اقتراب أحدهما من الآخر . والنتيجة النهائية التي يمكن مشاهدتها من دنيانا هي نقصان مدة دوران هذا النجم حول رفيقه غير المرئي . ويجب ان يبلغ مقدار النقصان هذا جزءاً من عشرة آلاف جزء من الثانية كل سنة . وقد تم فعلا تثبيت مقدار نقصان مدة الدوران هذا في اثناء أربع سنوات من المراقبة والمشاهدة المستمرة (١٩٧٤ـ١٩٧٨) فكان مقدار النقصان هو (١٠٠٠٠٤١) ثانية . وقد أعتبر هذا دليلا على وجود جسيم الـ «كرافيتون» رغم أننا لم نشاهده حتى الآن .

الخاصية الأخرى المشتركة بين الفوتون والـ «كرافيتون» هي ؛ ان كلا منهما يشكل المادة النقيضة لنفسه ، وبتعبير آخر ؛ فانه لا يوجد

مادة نقيضة لا للفوتون ولا للـ «كرافيتون» •

وتتم عمليات تبادل الفوتون والـكرافيتون بين ذرات المادة النقيضة ( المتألفة من الجسيمات النقيضة ) بواسطة الفوتونات والكرافتونات الاعتيادية التي نعرفها •

وما قلناه وذكرناه عن القوة الكهرومغناطيسية وقوة الجاذبية يصح على القوتين الأخريين ( أي القوة الضعيفة والقوة النووية ) • فالقوة الضعيفة تجري تأثيرها بواسطة تبادل جسيم يخمن وجوده أطلق عليه رمز ( W ) ينتظر الكشف عنه ولكن لم يتم ذلك حتى الآن •

أما تبادل الطاقة داخل نواة الذرة فرغم انه لم يتوضح تماماً ، الا ان معلوماتنا عن كيفية حدوثه لا بأس بها ، والجسيمات التي تستعمل في تبادل الطاقة هنا ، أي في تبادل الطاقة النووية هي ضمن مجموعة الجسيمات التي يطلق عليها عادة اسم الـ ( ميزون Meson ) .

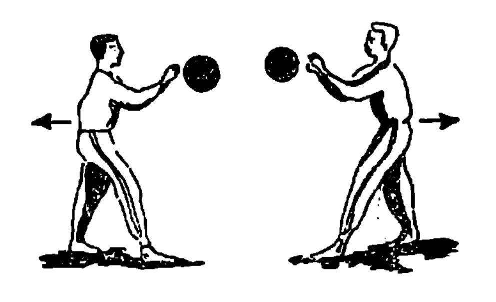
والاعتقاد السائد حالياً هو : ان كل بروتون أو نيوترون موجود في نواة الذرة مغلف بـ «سحابة» مؤلفة من ميزون واحد أو أكثر ، حتى ان بعضهم يعزو الفرق الضئيل الموجود بين كتلتي البروتون والنيوترون الى هذه الميزونات التي تحيط بهم ( أي بالبروتون وبالنيوترون ) •

هناك أنواع مختلفة من هذه الميزونات ، ويطلق على الميزونات التي تستعمل في تبادل الطاقة النووية ( البايميزون Pi meson ) أو باختصار « پي أون » • وهذه البايميزونات قد تحمل شحنة سالبة أو موجبة أو لا تحمل أية شحنة على الأطلاق • فالبايميزونات الموجودة بين نيوترونين أو بين بروتونين لا تحملان شحنة ، أما بين البروتونات والنيوترونات فتتم تبادل البايميزونات الموجبة والسالبة ، فمثلا يقوم النيوترون بنشر بايميزون

سالب فينقلب بذلك الى بروتون ، أمـا البروتون الـذي أمتص هـذا البايميزون السالب فانـه ينقلب الى نيوترون وتم عكس هـذه العملية أيضاً ، أي يقوم البروتون بنشر بايميزون موجب وينقلب عندئذ الى نيوترون ، أما النيوترون الذي يمتص هذا البايميزون الموجب فانه يتحول الى بروتون ، اي ان هـذه النظرة ترى ان هناك عمليات تبديل مستمرة للهيئات أو للهويات تجري داخل النويات[١] .

أما كيف تستطيع عمليات التبادل هذه الجارية بين الجسيمات من توليد تأثير التجاذب والتنافر فيمكن ايضاحها بالمثال التالي :

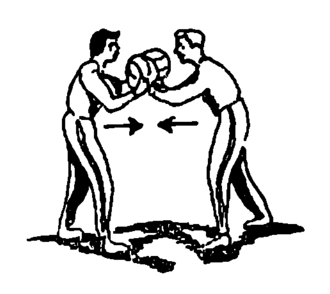
لنتصور لاعبي كرة السلة ، وفي يد كل منهما كرة ، وان كلا منهما يرمي الكرة للآخر ، فعندما يرمي كل لاعب الكرة يدفع الى الوراء قليلا ، اما عندما يقوم بمسك الكرة المرمية اليه فان قوة الدفع الى الوراء تزداد .. هذه هي الصيغة التقريبية التي تحدث بها قوة التنافر أو قوة الدفع .



---

(١) النويات : هي البروتونات والنيوترونات الموجودة في نواة الذرة .
( المترجم )

والآن لنفرض ان هذين اللاعبين يحاول كل منهما أخذ الكرة من يد الآخر ، ففي هذه الحالة يقوم كل منهما بجذب الآخر .



هكذا نستطيع اذن ان نتمثل في أذهاننا كيفية عمل القوة النووية بين الجسيمات الموجودة داخل نواة الذرة ، فان قمت بوضع البروتون والنيوترون مكان اللاعبين والبايميزونات مكان الكرات أستطعت ان ترسم لوحة ما يحدث بخطوطها العريضة .

تبلغ كتلة البايميزون - حسب حساب العلماء - (٢٧٣) مرة بقدر كتلة الالكترون تقريباً . وهنا تكمن حكمة أو سبب عدم سريان تأثير القوة النووية خارج نواة الذرة ، ذلك لأنه لكي يتسنى لأية قوة نقل تأثيرها الى مسافات بعيدة فان كتل الجسيمات الناقلة لهذه القوة يجب ان تكون ضئيلة وبشكل طردي مع زيادة المسافات ، لذا فان نقل بعض القوى الى مسافات لا نهائية كالقوة الكهرومغناطيسية وقوة الجاذبية لا يتم الا بواسطة جسيمات لا كتل لها . أما القوة النووية ؟ فلكون كتل البايميزونات الناقلة لها كبيرة فانها تبقى محصورة في نواة الذرة مؤثرة على الجسيمات القريبة من بعضها .

عنـــدما تبقى البايميزونات لوحـــدها فانها سرعان مـــا تتحلل ، فالبايميـــزون يتحلل في ظرف (١/٠٠٠ ٠٠٠ ٤٠) ثانيـــة الى ( ميون Muon ) ـ وهو نوع من أنواع البايميزون ـ والى جسيم آخـر يدعى « النيوترينو » • و «الميون» السالب الشحنة يملك كتلة تقدر بـ (٢٠٧) مرة بقدر كتلة الالكترون ، وله نقيض ذو شحنة موجبة • ولكون «الميون» يشابه الالكترون من جميع الأوجه ـ عدا الكتلة ـ فانه يطلق عليه أحياناً اسم «الالكترون الثقيل» •

ونجد ان «الميون» هو اكثر الجسيمات المشاهدة من بين الاشعاعات العديدة التي تصل الى سطح أرضنا ، وفي الحقيقة ان الاشعاعات الـكونية ليست الا عبارة عن الجسيمات التي تنهال علينا كالقذائف من جميع أرجاء الفضاء • وقد تم العثور تقريباً على جميع أنواع نوى الذرات من بين هذه الجسيمات • الا ان هذه الاشعاعات الكونية ما ان تدخل الغلاف الجـوي حتى تصطدم في الطبقات العليا في الجو بنوى الذرات فتنحل الى جسيمات أصغر مثل البروتونات والنيوترونات والميزونات والالكترونات واشـــعة كاما • ويستمر التصادم حتى الطبقات السفلى من الغلاف الجوي ، لـــذا فأن الاشعاع الكوني ما أن يصل الى سطح الأرض حتى يـكون قـد تغير تماماً ، وما « الميونات » التي نتصيدها قرب سطح الارض الا من مخلفات وبقايا هـذه الاصطدامات ، ومـع ذلك فان «الميونات» ليست مستقرة ، اذ سرعان ما تتحول الى الالكترونات مع نوعين من النيوترينو •

وننهي قائمة الميزونات بذكر ( كي ميوزين K-meson ) او ما يطلق عليه باختصار اسم ( الـكاون Kaon ) ويعتبـر أثقل الميزونات ، اذ تبلغ كتلته (٩٧٠) مرة بقدر كتلة الالكترون ، وهو اما ان يحمل شحنة موجبة أو لا يحمل اية شحنة على الاطلاق ، ويتحلل في جزء من مليون جزء من

الثانية متحولا الى بايميزونات .

في المراتب العليا من قائمة الجسيمات نجد «الهيبرونات» ؛ وهي جسيمات اكبر حتى من البروتونات والنيوترونات ، والجسيمات المعروفة التي تدخل ضمن مجموعة «الهايبرونات» والتي تتراوح كتلتها من (٢١٠٠) الى (٢٥٠٠) مرة بقدر كتلة الألكترون هي : لامدا ( Lamda ) سيغما ( Cigme ) ، زي zi وأوميغا ( Omega ) ، أما نوع الشحنات الكهربائية التي تحملها هذه الجسيمات فهو كما يلي :

لامدا : لا تحمل أية شحنة .

اوميغا : تحمل شحنة سالبة .

زي : شحنتها اما سالبة أو متعادلة .

سيغما : منها ما تحمل شحنة موجبة وأخرى شحنة سالبة وأخرى متعادلة .

وهناك جسيم نقيض لكل جسيم من هذه الجسيمات ، ويعتقد بان الهايبرونات تلعب دوراً وان كان ضئيلا في الفعاليات الجارية في نواة الذرة . وكل هذه الجسيمات غير مستقرة ، لانها سرعان ما تتحلل الى جسيمات أخرى امثال البروتونات والنيوترونات والبايميزونات ( سرعة التحلل تبلغ جزءاً من عشرة مليارات جزء من الثانية ) .

ذكرنا سابقاً اسم «النيوترينو» كناتج ثانوي عند حدوث بعض التحللات . وهذا الجسيم مثله مثل الفوتون والكرافيتون لا يملك أية كتلة ، الا ان هناك نوعين منه :

١ ـ نيوترينو الالكترون .

٢ ـ نيوترينو الميون .

ومع انه لا يعلم تماماً الفرق أو الفروقات بين هذين النوعين ، الا انه لوحظ أن «نيوترينو الالكترون» لا يشترك بأي حال من الأحوال في تكوين «الميون» وبالمقابل لا يشترك «نيوترينو الميون» في تكوين الالكترون أبداً . ولا ننسى هنا ان نذكر بان كل نوع من هذين النوعين يملكان نقيضيهما .

تعتبر عمليات الاشعاع أهم مصادر «النيوترينو» و «النيوترينو النقيض» ، ففي العملية التي نطلق عليها اسم «تحلل بيتا» عندما يتحول النيوترون الى بروتون ( أنظر الى فصل : الأشعاع ) نرى ان جسيماً ذا شحنة سالبة ( أي الكتروناً ) يتولد بجانب البروتون ... الى هنا فالتوازن قائم كهربائياً قبل تحلل النيوترون وبعده ، ولكن هذا لا يكفي لسد الفرق الموجود بين مستوى الطاقة قبل وبعد عملية التحلل . فعند اجراء المقارنة بين كتلة النيوترون ومجموع كتلتي البروتون والالكترون نرى ان هناك فرقاً ، وان هذا الفرق هو نتيجة تحول جزء من الكتلة الى طاقة ... هذه الفضلة من الطاقة هي التي تتحرر وتنقذف الى الخارج بواسطة جسيم لا كتلة له ندعوه : النيوترينو

أما في العملية المعاكسة التي تحدث فان البروتون يتحول فيها الى نيوترون مع بوزترون ( وهو الالكترون الموجب ) اضافة الى نيوترينو .

في التفاعلات النووية الحرارية التي تجري في باطن الشمس ، تتحول نواة هيدروجين واحدة من كل نواتين الى النيوترون ، وبذلك يتولد مقدار هائل من النيوترينو . وينتشر ٩٣٪ من الطاقة المتحولة في الشمس كحرارة وضوء . أما النسبة الباقية والبالغة ٧٪ فانها تهرب مع النيوترينو المنطلق .

من أهم الفروق الموجودة بين النيوترينو وبين الفوتون هو : ان

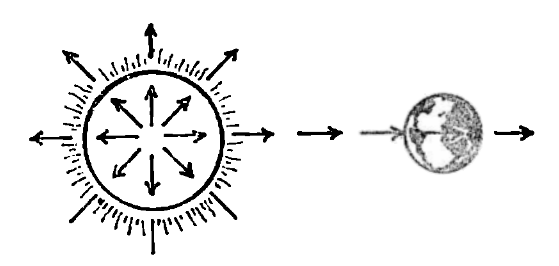
النيوترينو يملك طاقة نفوذ واختراق أكبر بكثير مما يملكها الضوء أو أي نوع من أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسي . فلو أفترضنا أننا أتينا بمادة يبلغ قطرها (١٠٠) سنة ضوئية وأمطرناها بوابل من النيوترينو ، فان هناك احتمال ان تستطيع هذه المادة أمتصاص نصف كمية النيوترينو المنهمرة عليها فقط ، اما الكمية الباقية فانها تستمر في طريقها لا تلوي على شيء ، دون ان تقلل من سرعتها ، وكأنه لا يوجد أمامها أي مانع . ونستطيع ايراد المقارنة بين الضوء وبين النيوترينو الآتين الينا من الشمس كما يلي :

ان الفوتون الذي ينطلق من مركز باطن الشمس بادئاً رحلته ، لا يصل الى السطح الخارجي للشمس بعد قطع (٧٠٠) ألف ميل ، الا بعد ان تقوم عدد لا يحصى من الذرات من امتصاصه ثم نشره من جديد ، اما النيوترينو فانه لا يعرف مثل هذه الموانع ولا يعيرها التفاتاً ، بل ينطلق في طريقه لا يلوي على شيء ، وفي مدة تقل عن ثلاث ثوان يكون قد قطع هذه المسافة[١] وانطلق كالقذيفة في الفضاء ، وبعد ثماني دقائق يصل أرضنا ثم يخترقها الى الجانب الآخر منطلقاً الى الفضاء اللانهائي ، ولهذا السبب فاننا لا نستطيع تجنب التعرض لقذائف النيوترينو حتى في الليل ، ولا يستغرق اختراق النيوترينو الارض من الطرف المواجه للشمس الى الطرف الآخر واختراق أشياءنا وأجسادنا الا ٢٥/١ ثانية ، ولكي يستطيع العلماء من تصيد بعض النيوترينوات فانهم أضطروا الى خزن ما يقارب نصف مليون طن من سائل خاص في باطن الارض ولمدة عدة شهور .

---

(١) أي المسافة بين مركز باطن الشمس وبين سطحها الخارجي والبالغة (٧٠٠) الف ميل .

( المترجم )



**النيوترونيوات الآتية من الشمس تخترق ارضنا مـن جانبها المقـابل للشمس الى الجانب الآخر بكل سهولة ودون اية عراقيل او موانع .**

وقد فكر بعض العلماء في الاستفادة من قابلية النفوذ الهائلة التي يتمتع بها النيوترينو في مجال تحسين الأتصال والمخابرة ، فلو تكللت جهود الدكتور بيتر كوتزر ـ من جامعة واشنطن الغربية ـ رئيس الفريق العلمي الذي كنف جهوده أعتباراً من شهر كانون الاول سنة ١٩٧٨م حتى الآن ، بالنجاح فانه يكون بالامكان تحسين الأتصال لاسيما الأتصال مع الغواصات في أعماق البحار . اذن فليس هناك أي شيء أو أي موجود في الكون لم يوضع لخدمة الانسان .

**الـكواركات : ( Quarks )**

كان الاعتقاد السائد حتى وقت قريب ، هو اننا عند فحص وتدقيق بنية المادة كلما نزلنا الى الأجزاء الصغرى ، كلما اقتربنا الى البسيط .

وقـد تدرجت الأفـكار حسب الابحـاث المستمرة طيلة العصور السابقة حتى الآن ، فقد أعتقد حينا بان الجزيئـة ؛ هي اللبنة الاساس للمادة ، ثم ظهرت فـكرة العنصر أو العناصر . ولـكن لم يمض وقت طويل حتى تبين ان هذه العناصر ليست اللبنة الاساس التي نبحث عنهـا

للمادة ، وأخيراً تبين انه حتى الجسيمات التي تؤلف الذرة ليست هي اللبنات الاساس التي تؤلف المادة ولا تحمل هذه الصفة . وظهر تماماً أننا كلما نزلنا في سلم المادة الى الأصغر فالأصغر كلما تعقدت الامور وتشابكت . فاليوم نستطيع بامكانياتنا التكنولوجية تعريض الذرة الى تغيرات معينة وفحص نتائجها ، ولكن كتل الجسيمات موضوعة البحث ما أن استمرت تصغر وتصغر حتى بدأت أمكانياتنا في فحصها وتدقيقها يصعب شيئاً فشيئاً ، اذ أننا لم نستطع حتى من مشاهدة الذرة الى الآن ، وكل ما استطعناه حتى الآن هو رسم صورة خيالية في أذهاننا عن الذرة أستناداً الى صفاتها التي استطعنا الحصول عليها ، والى بعض الآثار والمؤشرات الأخرى . ومع اننا نستطيع بالامكانيات التي توفرها تكنولوجية القرن العشرين من معرفة وحساب التفاعلات والحوادث الجارية في مركز الشمس وكأننا نراها رأي العين ، الا أننا لا نجد مثل هذه السهولة واليقين في عالم جسيمات الذرة .

ومع ذلك فان البشرية لم تتخل بعد عن فكرة «تبسيط» المادة ، فهناك اعتقاد تجري التجارب العديدة منذ سنوات لاثباته وهو : كما ان جزيئة المادة تتألف من أجزاء أصغر منها ، كذلك فان الجسيمات التي تؤلف الذرة ( سواء ما ذكرنا منها أو ما لم نذكرها ) تتألف بدورها من أجزاء أصغر .

والرأي السائد حالياً هو : ان جميع هذه الجسيمات تتكون من جسيمات أصغر منها تدعى «الكوارك» . وبالنسبة لبعض العلماء فان هناك ثلاثة أنواع من هذه الكواركات تسمى : ( بي : P ) ، ( ن : n ) و ( لامدا : Lamda )

كوراك بي : يحمل شحنة موجبة مقدارها ⅔ من الشحنة .

كوارك ان ، وكوارك لامـــدا : يحصـل كـــل منهما شحنة سالبة مقدارها ⅓ • شحنة •

وحسب هـــذا الرأي فانه عنـــدما يتحـــد كواركان مـــن نوع ( بـــي p ) مع كوارك واحد من نوع ( ان n ) فاننا نحصل على بروتون واحد ، وعندما يتحـــد كواركان من نوع (ان n ) مع كوارك واحد من نوع ( بي p ) فاننا نحصل على نيوترون واحد • مـع كوارك نوع ( ان n ) وعندما يتحد كوارك نوع ( بي p ) مع كوارك نوع ( لامدا Lamda ) فان الناتج هو جسيم (لامدا)[١] •

ولـكن أمن الممكن شرح وتفسير المـادة بثلاثـة أنواع فقط مـن الكواركات ؟ لماذا لا يكون عدد الكواركات ستة وليس ثلاثة ؟! ولمـاذا لا يكون العدد اثنى عشر وليس ستة ؟• حتى ان التجارب الأخيرة أظهرت

---

(١) عند اتحاد كواركين من نوع ( بي p ) مـع كوارك من نـــوع ( ان n ) يكون مجموع الشحنات كما يلي :

$$٢ \times \frac{٢}{٣} - \frac{١}{٣} = \frac{٤-١}{٣} = \frac{٣}{٣} = +١$$

اي شحنـة موجبـة واحـــدة ( اي نحصـــل عـــلى پروتـون ) وعـند اتحـاد كواركين من نوع ( ان n ) مع كوارك من نوع ( بي p ) :

$$٢ \left(-\frac{١}{٣}\right) + \frac{٢}{٣} = -\frac{٢}{٣} + \frac{٢}{٣} = ٠$$

اي كهربائيـة متعادلة ( نحصل على نيوترون ) ،

وعند اتحاد كوارك ( بي p ) مع كوارك ( ان n ) مع كوارك لامدا :

$$\frac{٢}{٣} - \frac{١}{٣} - \frac{١}{٣} = ٠$$

اي متعادلة كهربائياً اي نحصل على جسم لامدا المتعادل كهربائياً •

المترجم

وجود الكوارك الرابع والخامس[٢] .

ولا ندري بالضبط ماذا سيصادفنا أو سيواجهنا عندما تنزل الى مستوى الكوارك والى اساسه ، هذا ، علماً بان النزول الى أساس الكوارك ليس شيئاً هيناً أو سهلا ، فنحن لا نستطيع حتى الآن توليد الطاقة التي ستطيع تجزئة البروتون أو النيوترون الى أجزائه .

اذن ؛ فان تجزئة الكوارك الى أجزائه سيبقى خيالا وأملا بعيداً لمدة طويلة من الزمن .

(١) بعد طبع هذا الكتاب تداولت الاوساط العلمية نبأ اكتشاف الكوارك السادس .

المترجم

## الفصل الخامس

### الاشعاع

# الزلزال داخل الذرة

قبل ان نتناول عملية الاشعاع ، علينا ان نوسع ونعمق معلوماتنا عن نواة الذرة بعض الشيء . ففي الفصول السابقة رأينا كيف ان نواة الذرة تتألف من بروتونات تحمل شحنات كهربائية موجبة ، ومن نيوترونات لا تحمل شحنة كهربائية .

قبل كل شيء علينا ان نستدرك على هـذا التعريف ونقوم ببعض الايضاح فنقول : ان الأصح هو ان نقول : بان النيوترون متعادل كهربائياً ولا نقول بانه لا يحمل أية شحنة كهربائية . ذلك لان البروتون وكذلك النيوترون ـ كما سنرى فيما بعد ـ يملكان صفة ان يكون أحدهما مصدراً للثاني أو نتيجة له ، فمثلا : يستطيع النيوترون التحول الى بروتون ذي شحنة موجبة مع الكترون ذي شحنة سالبة .

والآن لنشر الى صفة أخرى للنيوترون :

ان وجود النيوترون في نوى ذرات العناصر جميعها بجانب

البروتون ـ عدا ذرة الهيدروجين ـ يشير الى ان هذا الجسيم يؤدي وظيفة الترابط والتماسك داخل نواة الذرة ، وبتعبير آخر ؛ فان هناك علاقة قوية بين القوة النووية التي تقوم بمهمة ربط محتويات نواة الذرة مع بعضها وبين النيوترون •

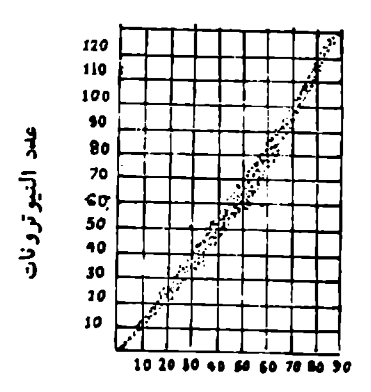
في ذرة الهيدروجين لا توجد هناك حاجة لوجود النيوترون ، ذلك لأن نواة هذه الذرة لا تحتوي الا على بروتون واحد • اما في الذرات التي تحتوي نواتها على بروتونين أو أكثر فان النيوترون سرعان ما يأخذ مكانه هناك حيث يؤدي وظيفته في منع البروتونات ذوات الشحنة الموجبة من التباعد والتنافر فيما بينها •

اذن ؛ فان البروتون لا يستغني عن النيوترون ، فهل يستطيع النيوترون الاستغناء عن البروتون ، أي هل يمكن وجود نيوترون بدون بروتون ؟! لقد أظهرت التجارب اننا ان قمنا بعزل مقدار من النيوترونات عن البروتونات ووضعناه لوحده ، فاننا سنلاحظ ان نصف هذا المقدار سيتحلل وينقلب كل نيوترون منه الى بروتون والكترون ( أي يتحلل الى ذرة هيدروجين ) بعد مضي (١٣) دقيقة فقط •

واذا عكسنا الأمر ، وعزلنا مقداراً من البروتونات ؛ فان العملية نفسها ستتكرر ، ولكن كل بروتون سيتحلل الى نيوترون مع بوزترون •

عندما نلقي نظرة على قائمة العناصر نلاحظ ؛ ان نيوتروناً واحداً لا يكفي لكل بروتون ؛ فكلما كبرت نواة الذرة زاد عدد النيوترونات عن عدد البروتونات ، غير ان هناك حد معين لهذه الزيادة ، فاذا زاد الفرق بين عدد البروتون وعدد النيوترون عن هذا الحد ، أصبحت نواة الذرة في وضع غير مستقر ، ويرينا الشكل المجاور النسبة الواجبة وجودها بين البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة مستقرة للذرة •

فحسب هذا الشكل فان (٤٠) بروتوناً يحتاج الى (٥٠) من النيوترونات لتكوين نواة مستقرة ، وان (٧٠) من البروتونات يحتاج الى (١٠٠) من النيوترونات •




عدد البروتونات

وفي حالة تغير هذه النسبة تحدث ظاهرة الاشعاع • واذا كان من الضروري أعطاء تعريف مختصر لعملية الاشعاع فاننا نستطيع ان نقول ؛ بانها عملية تحول نواة ذرة من حالة غير مستقرة الى حالة مستقرة •



**ان النيوترون الذي يقذف جسيمة بيتا ( اي يقذف الكترونا) يتحول الى بروتون ، كما ينتشر جزء من الطاقة ايضا في هذه الاثناء •**

وتشاهد مثل هذه العملية ، ( أي عملية الاشعاع ) ، عندما نعرض نواة ذرة كربون مؤلفة من (٦) بروتونات و (٦) نيوترونات الى سيل من قذائف البروتون ، اذ يختل التوازن بين عدد البروتونات والنيوترونات نتيجة السيل المنهمر من البروتون ، ونحصل على ذرة غريبة من الآزوت تحتوي على (٧) بروتونات و (٦) نيوترونات . ونظراً لقلة عدد النيوترونات، فان نواة هذه الذرة تكون في حالة قلقة وغير مستقرة . لذا سرعان ما يقذف من النواة بوزترون واحد (أي الكترون موجب) ، وبذلك تنقص شحنة موجبة واحدة ، ويزيد عدد النيوترونات نيوتروناً واحداً[1] ، وتكون النتيجة اننا نحصل على ذرة كربون تحتوي نواتها على (٦) بروتونات و (٧) نيوترونات .

وقد يحصل العكس أيضاً ؛ ففي حالة زيادة عدد النيوترونات تقوم نواة الذرة بقذف جسيم «بيتا» ، وهو الكترون ذو شحنة سالبة . ويخلق هذا الالكترون من النيوترون ، وبانقذاف هذا الجسيم يتحول النيوترون الى بروتون[2] .

ولا تقتصر عملية الأشعاع على كونها نتيجة عدم توازن النسبة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات ، فقد تحدث أيضاً نتيجة زيادة عدد البروتونات ، فالعناصر التي يكون عددها الذري (٨٤) أو اكثر ، يعتبر عدد البروتونات خارج حدود الأستقرار مهما كان عدد النيوترونات فيها ، اذ لا يمكن ان يزداد عدد الشحنات الموجبة دون حدود ؛ لأن نواة الذرة

---

(١) العملية تتم بتحول بروتون واحد الى بوزترون واحد ينقذف خارج النواة ونيوترون واحد .

(٢) كما تم شرحه سابقا ، فان النيوترون يتحول الى بروتون مع الكترون .

( المترجم )

لا يمكن استيعابها ، لـذا فانهـا تميل للتحول الى نواة أصغر وفي حالـة أستقرار .

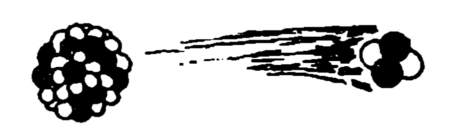
في مثل هذه الحالات ينفصل جزء من النواة ، وعادة ما يكون هـذا الجزء المنفصل هو جسيم «ألفا» ؛ الذي يتألف من بروتونين ونيوترونين ( أو بعبارة أخرى هو ؛ نواة الهليوم) .

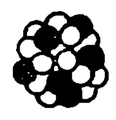
وسواء أكان الجسيم المشع هو «ألفا» أم كان جسيم «بيتا» ، فـان موضع مثل هذه الذرة يتغير في ترتيب قائمة العناصر . فان كان الجسيم المشع هو « ألفا » فان نواة الذرة تـكون قـد خسرت شحنتين موجبتين ، وهذا يعني نقصان العـدد الذري بمقـدار عددين . فمثلا ؛ عنـدما يشع ( يورانيوم ـ ٢٣٨ uranium )أشعة «ألفا» يتغير وضعـه في قائمـة العناصر من العدد الذري (٩٢) الى العدد الذري (٩٠) ، أي يتحول الى عنصر الـ «بروتاكتنيوم» .

أما في حالة نشر اشعاع «بيتا» فلكونه يؤدى الى زيادة بروتون واحد في النواة ، فان العدد الذري لتلك الذرة يصعد رقماً واحداً ، فعندما تقوم ذرة البزموث ( Bismuth ) بنشر جسيم «بيتا» فان عددها الذري سيرتفع من (٨٣) الى (٨٤) متحولة بذلك الى ذرة الـ « بولونيوم » .

نعيد الى أذهان القراء الكرام ما سبق وان قلناه ؛ من ان العناصـر التي تملك عدداً كبيراً مـن البروتونات تكون في حالة غير مستقرة ، لذا فان نقصان العدد الذري لليورانيوم ٢٣٨ ـ في المثال السـابق من (٩٢) الى (٩٠) لا يحل المسألة نهائياً ، لان العنصر الجديد لا يزال غير مستقر ، لذا فان عملية الاشعاع ستستمر ... نعم ستستمر ولكن الى أي حد ؟

الجواب هو : ان عملية الاشعاع ستستمر حتى الوصول الى حالة





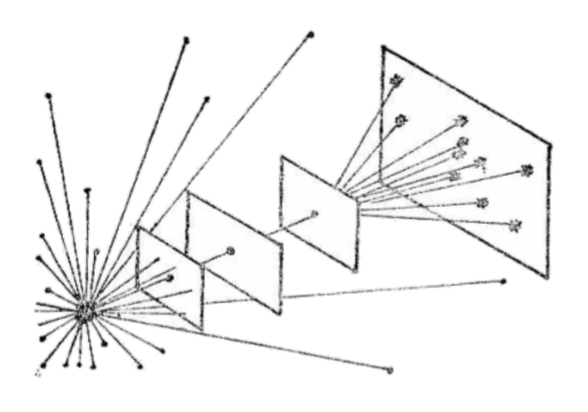


**(فوق)**
**جسيمة «الفا» عبارة عن بروتين ونيوترونين يتم قذفها من نواة مادة مشعة .**

**(تحت)**
**اما جسيمة «بيتا» فتقذف من احدى نيوترونات النواة حيث يتحول ذلك النيوترون الى بروتون .**

عنصر مستقر . ولما كانت العملية المتسلسلة للاشعاع تؤدي في معظم الاحوال الى نزول العنصر في سلم قائمة العناصر درجتين درجتين . ولكن لما كان هذا النزول يجري في كل مرة بارسال جسيم «ألفا» المتكون من بروتونين ونيوترونين . فان هذا يعني تناقص البروتون والنيوترون بشكل متساو . والنتيجة الحتمية لمثل هذا التناقص هو اننا سنصل عند مستوى معين الى وضع غير متوازن بين البروتونات والنيوترونات .

مثلا : عندما يقوم ( اليورانيوم ـ ٢٣٨ ) باشعاع جسيم «ألفا» فان عدد البروتونات لدية يتناقص من (٩٢) الى (٩٠) ، كما يتناقص عدد النيوترونات من (١٤٦) الى (١٤٤) نيوتروناً ولكن لما كان (١٤٤) نيوتروناً يعتبر عدداً فائضاً عن حاجة (٩٠) بروتونا ، لذا يتم اشعاع جسيم



**في التجربة الموضحة في الشكل اعلاه وضع جسم مشع خلف طبقتين سميكتين من الرصاص وهاتان الطبقتان تستطيعان ايقاف جسيمات الفا التي ينشرها الجسم المشع · ولكن الثقب الموجود في وسط هاتين الطبقتين يسمح لقسم من جسيمات الفا بالنفوذ خلاله · ومن خلال مرور هذه الجسيمات من خلال لوح معدني رقيق يؤمن انتشارها وتوزعها وعندما تصطدم هذه الجسيمات اخيرا بالطبقة الاخيرة يشاهد وميض يلمع تارة ويخفت اخرى ·**

«بيتا» هذه المرة ؛ ليصعد درجة واحدة ، أي الى العدد الذري (٩١) ···
وهكذا تستمر العملية ··· أي أن كان عدد النيوترون فائضاً ثم أشعاع جسيم «بيتا» ، اما ان كان عدد البروتون هو الفائض ثم أشعاع جسيم «ألفا» · وعلى هذا المنوال يستمر هذا العنصر في النزول والصعود ضمن قائمة العناصر حتى يستقر في أحد نظائر الرصاص Pb ( عدده الذري ٨٢ ) ، فالرصاص ؛ هو المحطة الأخيرة أو المستقر الأخير لكل العناصر المشعة التي يزيد عددها الذري عن (٨٤) ·

وتختلف فترة عمليـة الاشعاع ، ويعبر عن هـذه الفترة بتعبير أو مصطلح ( عمـر النصف Half - life ) • وعمـر النصف ؛ يعني ؛ الفترة اللازمة لنقصان شدة أشعاع كمية معلومـة مـن العنصر الى نصف قيمتها الأولى • ويتراوح هذا العمر بين جزء من عشرة ملايين جزء مـن الثانية الى مليارات السنين حسب نوع المادة المشعة •

مثلا ؛ ان عمر النصف لعنصر «البولونيوم» هو (١٤٠) يومـاً ، فلو أحضرنا (٢٠٠) غم من هذا العنصر لرأينا ان (١٠٠) غم منه يتم اشعاعها ، أما الكمية الباقية والبالغة (١٠٠)غم فان نصفها (أي ٥٠ غم منها ) يشـع في (١٤٠) يوماً آخراً ، ثم يحتاج نصف الكمية الباقيـة (أي ٢٥ غم) الى (١٤٠) يوماً آخراً لأتمام اشعاعها ••• وهكذا تستمر العملية عـلى هـذا المنـوال •

ان تعبير «عمر النصف» مفهوم يلفه الغموض ؛ فسواء أأحضرنا ذرتين من عنصر مشع أم أحضرنا مـائة مليار ذرة ، فان نصف هـذين المقدارين سيتم اشعاعه في فترة «عمر النصف» • ولكن أية ذرة من هـذه الذرات ستشع أولا ؟ ليس في امكاننا معرفة ذلك ، كل ما نستطيعه هـو تخمين الكمية التي سيتم اشعاعها •

يوجد في الغلاف الجوي المحيط بنا أحـد نظائر الـكربون بكمية قليلة جـداً وهو ؛ (الكربون-١٤) الـذي يملك (٨) نيوترونات و (٦) بروتونات وهو من المواد المشعة • ويبلغ عمرها النصفي (٥٥٦٨) عامـاً ، ويتكون بسبب الاشعاعات الكونية ، ويوجد ضمن ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الجو • و (الكربون-١٤) مع كونه نادراً ، الا انه موجـود ، لذا فان في امكاننا رصد آثاره في النباتات أيضـاً ، وعندمـا تموت النباتات وتختلط بالتراب ، ينقطع تزودها بثاني أوكسيد الكربون من الخارج ،

الا ان (الكربون–١٤) – الموجود ضمن ثاني اوكسيد الكربون الممتص من قبل النبات عندما كان حياً – يستمر في عملية الاشعاع . ولما كانت الفترة الزمنية اللازمة لاتمام اشعاع هذا العنصر المشع معلوماً ، أصبح في امكاننا باجراء بعض الحسابات من التوصل الى عمر النباتات المتحجرة ، ومعرفة قبل كم ألف سنة ماتت ، وهكذا فان عملية الاشعاع تعطينا وسيلة جيدة لالقاء الأضواء على العهود الموغلة في القدم من عمر أرضنا .

اضافة الى صدور أشعة «ألفا» واشعة «بيتا» من نواة الذرة أثناء عملية الاشعاع ، يصدر نوع آخر من أشعة كهرومغناطيسية يدعى « أشعة گاما » . وتنتشر هذه الاشعة كناتج ثانوي لعملية أشعاع « ألفا » واشعاع « بيتا » كذلك ، ويعود السبب في ذلك الى ظهور فضلة من الطاقة نتيجة التغيرات التي جرت في نواة الذرة .

ومع ان أشعة «گاما» تشبه أشعة «أكس» من ناحية الماهية ( انظر الى الطيف الكهرومغناطيسي ) ، الا أنها تملك طاقة اكبر وقابلية أكبر في النفوذ الى الأجسام من أشعة «أكس» . وبسبب خواصها تلك ، نرى أنها تستخدم بمقياس واسع في المجالات الطبية . فاشعة «گاما» التي تستحصل عن طريق عمليات الاشعاع الصناعية تستخدم في تشخيص بعض الأمراض كما تستخدم في علاج مرض السرطان (Cancer) .

من جانب آخر ؛ فان الاشعاعات الناتجة عن عملية التحلل الاشعاعي قد تكون نفسها سبباً في الأمراض التي تستخدم في الشفاء منها . وتعتبر اشعة «گاما» وجسيمات «بيتا» (الالكترونات) أقل هذه الاشعاعات ضرراً ، فاشعة «ألفا» مثلا تعتبر أخطر من أشعة «گاما» أو «بيتا» بعشرين مرة ، لان من المحتمل جداً ان تقوم جسيمات « ألفا » بسلب الالكترونات من مختلف ذرات جسم الانسان الذي نفذ

اليـه محولة أياها الى أيونات ، وهذا قد يؤدي الى تغيرات معينة في بنيـة الخلايا ، فاذا كانت جزيئات مهمة جـداً مثـل جزيئـات D.N.A هي المعرضة لمثل هذه التغيرات ، فان هـذا سيكون مشابهاً ـ كما يقول العلماء ـ بالعبث بكومبيوتر دقيق ، لان هذا قد يؤدي الى أعطاء معلومات خاطئة لجزيئـات D.N.A التي تخزن فيها شفرات الوراثة والتي يعتبر كل منها بمثابة كومبوتر صغير ودقيق جداً ، مما قد يؤدي الى ظهور أمراض عديدة في مقدمتها مرض السرطان . لذا يستفاد من خاصية الهدم التي تملكها العمليات الاشعاعية في علاج السرطان ، فتوجـه الاشعة الى الخلايا والاورام السرطانية لأتلافها .

في حياتنـا الاعتيادية نتعرض دومـاً الى الاشعاع . وتعتبر أشعة الشمس والاشعاعات الكونية المصادر الرئيسة لذلك ، هـذا أضافة الى تعرضنا لأشعاع المواد المشعة مـن حولنا ؛ مثلا عندما نراجع المستشفى ونأخـذ صور الاشعة للفحص ، فـان أجسامنا تتعرض لاشعاع المواد المشعة ، غير ان هذه المقادير تعتبر أقل بكثير من مستوى الخطورة ، بل تبين ؛ ان تأثير النضوح النووي الذي حدث مؤخراً من بعض المفاعلات النووية في الولايات المتحدة الامريكية لم يكن ضاراً بالدرجة التي كـان يظن سابقـاً . حتى ان التأثير الضار لتلوث الجو نتيجـة تشغيل المعامل بالفحم يفوق التأثير الضـار للمواد المشعـة في المفاعلات النووية ، مـع ملاحظـة شيء هـام وهو ؛ ان الاشعاعات النووية تستلزم اتخـاذ تدابير واحتياطات غاية في الدقة ، وان خطـأ أو تقصيراً بسيطاً قـد يؤدي الى كوارث مفجعة .

# الفصل السادس

# الانشطار النووي

## اساس القنبلة الذرية

سنري في الفصول القادمة ؛ كيف ان قوة هائلة لا يصدقها العقل تكمن داخل ذرة غاية في الصغر • ولنعط هنا مثالا واحداً :

لو فرضنا اننا قمنا بتحويل جميع الذرات الموجودة في الحبر الذي يستعمل لطبع كلمة ( الذرة Atom ) الى طاقة ، فان هذه الطاقة تكفي لرفع ثقل مقداره عشرة أطنان الى ارتفاع كيلو متر واحد من سطح الأرض •

أثناء عملية الاشعاع ـ التي تناولناها في الفصل السابق ـ تتحرر كمية كبيرة جداً من الطاقة من جزء صغير جداً من الذرة • فمثلا ؛ نرى ان الطاقة التي تتحرر من نصف كيلو غرام من اليورانيوم عند تحوله الى رصاص ، تعادل الطاقة المتحررة من حرق نصف مليون طن تقريباً من الفحم • غير أن عملية الاشعاع تجري بصورة بطيئة في الطبيعة ، ويستغرق اكمالها وقتاً طويلا • ولكن أصبح بالامكان ومنذ أربعين سنة تقريباً تسريع هذه العملية وتقليص هذه المدة ، وتجميع الطاقات الناتجة عن عملية الاشعاع الحادثة بشكل انفرادي في الذرات والاستفادة منها •




ان العملية التي نطلق عليها : عملية الانشطار(*) ( Fission ) نحدثها بشكل اصطناعي في المواد المشعة ( مثلا في ذرة اليورانيوم-٢٣٥) ولكن بطريقة مختلفة بعض الشيء عن الطريقة الاعتيادية التي تتم فيها عملية الاشعاع . فاذا قمنا بارسال نيوترون واحد من الخارج الى ذرة (اليورانيوم-٢٣٥) ، فان نتيجة التصادم تكون نواة جديدة ومختلفة وقلقة جداً ، وفي هذه الحالة لا يكفي لمثل هذه النواة القلقة وغير المستقرة ان تشع أشعة «ألفا» أو أشعة «بيتا» لكي تصل الى الحالة المستقرة والى حالة التوازن بل تنقسم ذرة «اليورانيوم» مشكلة نواتين مستقلتين . مجموع عدد البروتونات في هاتين النواتين الناتجتين من هذا الانشطار يجب ان يكون (٩٢) بروتوناً وهو عدد البروتونات التي كانت موجودة في اليورانيوم الأصلي . وهذا قد يتم بطرق متعددة ، ولكن ظهور عنصر الكربتون ( Krypton ) ذو (٣٦) بروتوناً مع عنصر الباريوم ( Barium ) ذو (٥٦) بروتوناً هو أكثر الاحتمالات الواردة نتيجة هذا الانشطار .

لا تنتهي عملية الانشطار بهذا ، اذ يتحول جزء من الكتلة الى طاقة أثناء ظهور وتكون نواتي ذرتين مختلفتين ، كما يظهر هنا مقدار فائض من النيوترون . ويؤدي هذه النيوترونات المنقذفة والمتصادمة مع الذرات الأخرى الموجودة حواليها الى انشطار هذه الذرات . فأن كان عدد

---

(*) يجب ان لا نخلط بين عملية الانشطار ( Fission ) وعملية الاندماج ( Fussion ) سنتناول . عملية الاندماج ، في الفصل التالي .

النيوترونات المتكونة عند الانشطار الأول نيوترونين اثنين . فان هذين النيوترونين سيقومان بشطر ذرتين أخريين من عنصر اليورانيوم القريبتين منهما . ثم تقوم النيوترونات الأربعة الناتجة من انشطار هاتين الذرتين باجراء عملية الانشطار في أربع ذرات مجاورة لها ... وتستمر العملية على هذا المنوال التصاعدي .

ومن الطبيعي انه بموازاة عمليات الانشطار التصاعدية تتصاعد كميات الطاقة المتحررة على نفس المنوال التصاعدي . فاذا أخذنا بنظر الاعتبار ان كل عملية انشطار لا تستغرق الا جزءاً من خمسين مليار جزء من الثانية ، علمنا كيف اننا نحصل على طاقة كبيرة جداً في فترة تقل عن الثانية الواحدة بكثير . وتقدر الطاقة الناتجة عن عمليات الانشطار في غرام من الذرات بأربعة آلاف مليار سعرة[1] .

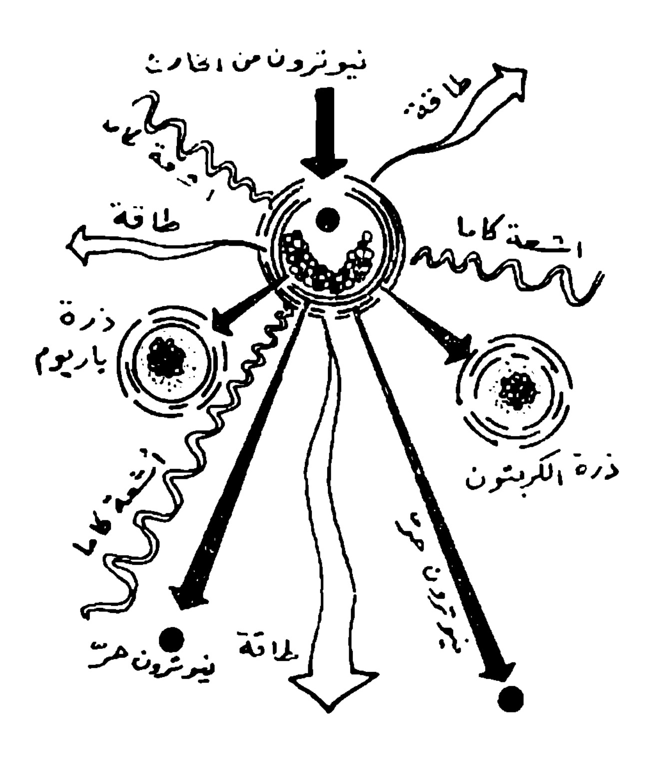
عندما ألقيت القنبلة الذرية ( المصنوعة على أساس عملية الانشطار) لأول مرة على مدينة «هيروشيما» اليابانية في ٦ أغسطس (آب) سنة ١٩٤٥ تحولت مساحة تقدر بـ (١٠) آلاف كيلو متر مربع من هذه المدينة ( أي بنسبة ٦٠٪ منها) الى خرائب بشكل تام ، أما عدد القتلى والجرحى والمفقودين فقد بلغ (١٣٠) ألف نسمة تقريباً .

ان استعمال الطاقة النووية - التي تعتبر من أهم اكتشافات العصر الحديث - كأداة تخريب وأداة قتل وافناء لعشرات الآلاف من الأفراد في لحظة واحدة ، والى عاهات وتشوهات مدى العمر لعشرات الالاف من البشر ، لا يزال معلقاً في الأذهان عبرة لمن أراد ان يعتبر ، وقد أدت هذه الحادثة الى قيام كثير من علماء الفيزياء بترك وظائفهم ومهنهم نتيجة للشعور العارم بالندم وبعذاب الضمير ، ومن يدري فقد تكون مأساة

---

(١) أي ٤٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سعرة .

( المترجم )




القنبلة الذرية رسالة خطاب الى انسان القرن العشرين لتوجيه أنظاره الى حقيقة معينة .

ان الطاقة الكامنة داخل الذرة ليست غنيمة لا صاحب لها أكتشفت هكذا صدفة ، بل هي نعمة مزجاة لخير الانسان وفائدته ... هذا الانسان الذي خلق بحيث يستطيع ان يبحث عن هذه النعمة وان يجدها ، فقد جهز بدماغ له قابلية وله سعة نقل رسائل عددها أكثر بكثير من

اعداد جميع الذرات الموجودة في الكون[1] ... وهذا الانسان يستطيع ان يستعمل النعمة التي يتوصل الى اكتشافها أما في الشكر والخير أو في الجحود والشر ... فالطريق الأول يلائم الغاية من خلق الانسان من جهة ، ويفتح آفاقاً واسعة أمامه من جهة أخرى بحيث يرى الانسان أن الكون كله مسخر له ولخدمته ، ومن الممكن الاشارة الى آيات عديدة في القرآن الكريم تومىء الى هذه الحقيقة .

لنتأمل معجزات الأنبياء ... ألا ترون ان القرآن الكريم عندما ينقل لنا أخبار هذه المعجزات يومىء – في نفس الوقت – الى الأهداف المرسومة أمام البشرية لبلوغها[2] ؟

---

(١) ان سعة دماغ الانسان في نقل الرسائل هي $٢^{١٠٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠}$ رسالة .

[انظر الى : «الدماغ والنظم العصبي في الانسان للبروفسور الدكتور أيهان سونكر ] .

أما عدد الذرات في الكون فيخمن انه حوالي $١٠^{٧٩}$ ذرة . فاذا كنت تملك جهاز حاسبة ، فسرعان ما تعرف ان $١٠^{٧٩}$ أقل من $٢^{٣٠٠}$ ، وحتى لو فرضنا أننا أرتكبنا خطأ جسيماً عند حساب عدد الذرت الموجودة في الكون ... لنقل مثلا : ان عدد الذرات التي قمنا بحسابه ليس الا جزء من ألف مليار جزء من العدد الحقيقي للذرات الموجودة في الكون وهذا يعني ان العدد الحقيقي ليس $١٠^{٧٩}$ وانما هو $١٠^{٩١}$ ومع هذا فان هذا الرقم يبقى عدداً صغيراً جداً بالنسبة للرقم $٢^{١٠٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠}$

(٢) يشير المؤلف هنا الى رأي المفكر الاسلامي الكبير سعيد النورسي الذي يرى : ان معجزات الأنبياء ترسم لنا الحدود النهائية والغايات النهائية للعلم . فمعجزة المسيح – عليه السلام – يشير الى الهدف

فالنبي عيسى ـ عليه السلام ـ يشفي الأمراض ويحيي الموتى . وها هو عالم الطب قد وصل الى مشارف العلاج المؤقت للموت .

والنبي سليمان ـ عليه السلام ـ يحضر اليه في لحظة واحدة عرش بلقيس ... وها هو التلفزيون ينقل أمام أنظارنا آخر الأخبار والحوادث من أقصى العالم ( الغريب أننا نرى ونسمع من التلفزيون ـ الذي يعتبر نعمة الهية[٣] للانسان ـ اسطورة ان الطبيعة خلقت نفسها بنفسها ) .

بعد التجربة الأولى والأليمة للقنبلة الذرية بدأت الجهود تتوجه للاستفادة من الطاقة النووية لصالح وخير الانسانية كذلك ، فبعد بضع سنوات من نهاية الحرب العالمية الثانية قامت الولايات المتحدة الأمريكية بصنع أولى محطة كهربائية تعمل بالطاقة النووية .

وفي شهر ك٢ من سنة ١٩٥٤م صنعت في الولايات المتحدة الأمريكية الغواصة «ناوتيلوس» ؟ التي تعمل بالطاقة النووية والتي بلغت كلفتها (٥٠) مليون دولار . وكان من أهم مميزات هذه الغواصة قدرتها على البقاء لمدة طويلة تحت الماء . أما الغواصة النووية الثانية « تريتون » فقد كانت أكبر من الأولى وأستطاعت ان تجوب العالم عام ١٩٦٠ في (٨٤) يوماً ( في الفترة بين شهر شباط وشهر مايس) .

وحالياً يبلغ مجموع المفاعلات الكهربائية ـ المحطات الكهربائية ـ التي تعمل بالطاقة النووية ـ اذا استثنينا بلدان الستار الحديدى ـ (١٧٠) محطة تنتج ما يزيد عن (٤٠) مليار كيلو واط/ساعة من الطاقة الكهربائية .

---

النهائي لعلم الطب ومعجزة النبي سليمان ـ عليه السلام ـ يشير الى ان العلم سف ينقل ، ليس الأصوات والصور ، بل الأجسام ايضا ... الخ .

(٣) لان الله تعالى خلق الوسائل التي أدت الى اختراع التلفزيون ، كما انه خلق الانسان بالذكاء الكافي لاكتشاف واستخدام هذه الوسائل. ( المترجم )

# الفصل السابع

## الانـدماج النووى

## القنابل الهيدروجينية المنفجرة في الشمس

ان عملية الانشطار النووي ( Nuclear Fission ) تجري بتحول نواة كبيرة للذرة الى أجزاء أصغر . امـا عمليـة الاندماج النـووي ( Nuclear Fusion ) فأنها تجري بشكل معاكس . اذ تتولد مـن اندماج نوى ذرات بسيطة ( كـذرة الهيدروجين ) نواة أكبر . ويتحرر مقدار كبير من الطاقة أثناء عملية الاندماج هذه .

وقد نستطيع ـ الى حد ما ـ تعريف عملية الأندماج الذري ؛ بانهـا عمليــة تحــول ذرات الهيدروجين ( Hydrogen ) الى ذرات الهليوم ( Helium ) . والانفجارات الذرية التي تحدث في مراكز النجوم وفـي مركز الشمس هي من هذا النوع ، اذ تتولد ذرة هليوم واحدة نتيجــة اتحاد أربع ذرات من الهيدروجين مع بعضها أثناء هذه الانفجارات ، أمـا عملية الاندماج فتجري على النحو التالي :

تم عملية الأندماج النووي باتحاد أربع ذرات من الهيدروجين ( التي تملك كل ذرة منها بروتوناً واحداً والكتروناً واحداً ) مع بعضها . ويتحول بروتونات من هذه البروتونات الأربعة الى نيوترونين بتخليصهم من شحنتيهما الموجبتين وهكذا يتم تكوين جسيم واحد من جسيمات «ألفا» الذي يحتوي على بروتونين ونيوترونين ، ولكن يجب الا ننسى وجود فرق في الكتلة في هذه الجسيمات الأربعة قبل وبعد عملية الأندماج النووي . كما ان ذرات الهيدروجين الأربعة تفقد الكترونين من الكتروناتها الاربعة اذ يتلاشيان . ويعود السبب في ذلك الى انالبروتونات عندما تتحول الى نيوترونات فانها تنشر البوزوترونات التي ما أن تصطدم بالالكترونات حتى يتلاشى كلاهما . ولكن الفرق في الكتل يتحول الى طاقة منطلقة . وبهذه الطريقة يتحول في الشمس (٦١٦) مليون طن من الهيدروجين الى (٦١٢) مليون طن من الهليوم في كل ثانية . أما فرق الكتلة والبالغ (٤) مليون طن فانه يتحول الى طاقة منتشرة ، وما الطاقة التي تدفيء كرتنا الأرضية الا جزء يسير وضئيل جداً من هذه الطاقة(١) وحتى هذا الجزء الضئيل الذي يصيبنا ، فانه يؤدي الى تغيرات كبيرة جداً على ظروف معيشتنا عندما يصلنا باشكال مختلفة ، ويكفي ان نقارن بين فصلي الشتاء والصيف أو بين مناطق القطب والمنطقة الاستوائية لجلاء هذه التغيرات والفروقات .

ولو تناولنا أي جانب من جوانب خلق الحياة في دنيانا وتأملناه ، وتأملنا استمرار هذه الحياة أيضاً لرأينا ؛ ان هناك توازناً معقداً ودقيقاً غاية الدقة ، ولشاهدنا ان جميع التدابير الضرورية قد تم اتخاذها دون أي

---

(١) الجزء الذي يصيب الأرض من هذه الطاقة هو بنسبة ١ : ٢٫٠٠٠٫٠٠٠ .

( المترجم )

نصير . فاعتباراً من مقدار كتلة الشمس ومقدار وشدة العمليات النووية الجارية فيها ، الى المسافة المناسبة التي توجد فيها أرضنا من الشمس - التي هي مصدر حياتنا - الى تلقي أرضنا ضوء الشمس بالميل الصحيح ، نرى ان كل هذه التدابير المتسلسلة التي تكمل الواحدة منها الأخرى قد اتخذت بالشكل الصحيح ولولاها لما تيسرت لنا سبل الحياة ( يجب الا ننسى اننا نتناول هنا حلقة واحدة فقط من سلسلة التدابير المذكورة وهي الحلقة المتعلقة بموضوع الحرارة ) .

ان قيام انسان متفكر (متفف) بتفسير وإسناد سلسلة كل هذه التدابير المعقدة والمحكمة والدقيقة الى الصدفة أو الى «شعور» المادة المكونة للشمس وللأرض أو الى مفهوم غامض ومجهول كالطبيعة خالي من الشعور ومن الحياة ... ان مثل هذه المحاولات لا تستطيع رمي هذه الحياة الرائعة الى حضيض الصدف العمياء ولكنها قد تفلح في اثبات ان صاحبها لا يستحق الحياة .

هل يمكن ان تتحقق عملية الاندماج النووي على سطح كرتنا الأرضية ؟ هل يمكن ان تتحقق هذه العملية نظراً لوجود المادة الأولية الضرورية لها بوفرة ؟ اذ مقابل ندرة عنصر اليورانيوم الضروري لاتمام عملية الأنشطار النووي ( Fisson ) فان عنصر الهيدروجين متوفر مليء المحيطات الموجودة في أرضنا ، ولكن علينا الا ننسى شرطاً ضرورياً جداً لتحقق عملية الاندماج النووي ( Fusion ) وهو : الحرارة . ففي درجات حرارة عالية جداً فقط يمكن اتحاد ذرات الهيدروجين ببعضها

---

(١) يبلغ ميل محور الارض (٢٣°) تقريبا . وهذا الميل الدقيق والمحسوب هو الذي يحقق حدوث الفصول الأربعة ويؤمن امورا اخرى عديدة .
( المترجم )

مكونة ذرة الهليوم ؛ ولكي نأخذ فكرة تقريبية عن درجة هذه الحرارة نقول ؛ بان العمليات النووية التي تتم في باطن الشمس تجري في درجة حرارة (١٥) مليون درجة مئوية ٠

ليس من السهل أبداً أن نحقق في أرضنا درجة الحرارة اللازمة لجريان عمليات الاندماج النووي ، ولكنه ليس مستحيلا : اذ نستطيع تأمين الوصول الى مثل هذه الحرارة بتفجير قنبلة ذرية ناتجة عن عملية الانشطار النووي ٠ اذن فان قمنا بوضع الهيدروجين بنسب معينة حول قنبلة ذرية فان الحرارة المنبعثة من تفجير القنبلة الذرية تستطيع تأمين عملية الاندماج النووي ٠

ويطلق أسم القنبلة الهيدروجينية على القنابل التي تعمل بهذا الاسلوب ، وتبلغ تأثيرها مئات بل آلاف أضعاف تأثير القنبلة النووية ٠

ولم يتمكن أحد حتى الآن من أستعمال عملية الأندماج النووي في أية غاية أو هدف سوى القتل والتخريب ٠ وقد تم وضع مشروع تبدأ في أساسه الولايات المتحدة وروسيا واليابان وبعض الدول الأوروبية أعتباراً من ١٩٨٠ بالبحث عن أمكانية استعمال هذه العملية لصالح الانسانية٠أما العملية الوحيدة التي تم فيها تحويل عملية الأندماج النووي لصالح الانسانية فهي العمليات التي تجري داخل فرن ذري يبعد عنا (١٥٠) مليون كيلو متر[1] من قبل خالق الكون دون ان يكون لنا دخل فيها ٠

---

(١) المقصود هنا هو : الشمس ٠

( المترجم )

# الفصل الثامن

## الموجـات

### اية اعمال تنجزها ذرة هواء واحدة ؟

هناك تعريف لاذع يصف مقدار عجز أحد رجال الدولة القدامى اذ يقول : [ لم يكن يستطيع ان يعمل شيئين في وقت واحد أبداً .. فلا يستطيع مثلا ؛ ان يمضغ لباناً وان يمشي في نفس الوقت ] .

صحيح ان هذا وصف مبالغ للعجز ،ولكن دعونا لا ننسى ان أكثرنا قابلية لا يستطيع انجاز عملين متضادين أو ثلاثة في نفس الوقت بسهولة . فمثلا ؛ نستطيع ان نقـود سيارة وان نتحدث في نفس الوقت وان نمضغ اللبان كذلك ، ولكننا لا نستطيع ابداء نفس المهـارة عندما تتعلق الفعاليات التي نقوم بهـا بالفعاليات الذهنية وليست بالافعـال الانعكاسية . فمثلا ؛ لا نستطيع ان ندون ملاحظات من كتـاب بيـد ، وان نكتب رسالة باليـد الأخرى . كمـا أن الشخص الذي يقوم بمهمة الترجمـة بين شخصين يتحدثان بلغتين مختلفتين يحتاج الى فاصلة زمنية معلومة أثناء الحديث لكي يفهم أولا ثم لـكي يقوم بالترجمة ثانياً ... ونستطيع ضرب أمثلة عديدة حول هـــذا .

نحن هنا نتحدث عن قابلية الأنسان ... عن قابليـة أرقى وأكمـل وأعقل كائن في هذا الكون ، فان تدرجنا في النزول الى أسفل حتى نصـل الى الذرة ، أي الى أصغر جزء من المادة الخالية من الحيـاة ومن الشعور ، فاننا نتوقع هبوطاً مطرداً في القابلية ، وزيادة في العجز كلما هبطنا درجـه الى أسـفل .

ولـكن الأمر ليس كذلك ...

فهـذه الذرة التي يبلغ قطرها $\frac{١}{١٠٠,٠٠٠,٠٠٠}$ مـن السنتمتر قد أعطيت قابلية أكبر بكثير من قابلية الانسـان ، بحيث انها تستطيع ليس انجاز عدة أعمال فقط بل أعمالا لا تعد ولا تحصى في نفس الوقت .

أنت جالس مثلا على أريكة في ركن من أركان غرفتك تطالع كتاباً ، وضـوء الشمس او ضـوء المصباح الـكهربائي ينتشر بواسطة جزيئات وذرات الهواء من حواليك ، وينعكس على كتابك وعلى عينيك مما يمكنك مـن القراءة . وتقوم هذه الجزيئات وهذه الذرات نفسها بايصال حرارة الشمس أو حرارة المدفـأة اليك . وفي الوقت نفسه قـد تـكون مستمعاً للمذياع ؟ وهنا تقوم ذرات الهواء بنقل الموجات الصوتية الصـادرة من المذياع الى أذنيك . وفي هذه الأثناء قد يدق جرس الباب أو يرن جرس الهاتف ، أو قد يبكي طفلك ، أو يرتفع صـوت زوجتك مـن المطبخ تدعوك الى القيام بوظيفتك في تجفيف الصحون ... كل هذه الأصوات تنقل أيضاً اليك بواسطة ذرات الهواء دون أي تداخل فيما بينها . كما ان هذه الذرات لا يهمها اختلاف اللغات ، لانها تنقل اليك جميع اللغات دون أي خلل أو تشويه أو تداخل .

وبجانب كل هذا ؛ فان ذرات الأوكسجين الموجودة ضمن نفس ذرات الهواء تدخل رئتيك أثناء التنفس ، وتقوم بحرق الغذاء وتؤمن بذلك الحرارة اللازمة لجسمك ، وعندما تخرج تساعد فمك ولسانك ولسانك وحنجرتك في تأليف الكلمات والأصوات .

ويعتبر ما عددناه آنفاً جزءاً صغيراً جداً من المهمات التي تستطيع الذرات والجزيئات المؤلفة منها من القيام بها ، ذلك لأننا نعلم ؛ ان هذه الذرات نفسها تقوم بكل الوظائف والفعاليات التي تخطر على البال أعتباراً من الفعاليات الجارية في أجسادنا .. الى الاشياء التي نستعملها ... الى الفعاليات النووية الجارية في الشمس مصدر حياتنا ... الى جميع الفعاليات الجارية في أبعد ركن في الكون الهائل .

وهكذا يتبين لنا ؛ ان الدقة والروعة والقدرة الموجودة في بنية الذرة لا تقل بحال من الأحوال عن الدقة والروعة والقدرة الملاحظة في الكون ككل . ولكن هذه الدقة والنظام الملاحظ في الذرة وفي الكون ليس الا أثراً للقدرة المطلقة وليست نفسها . فانك مثلا ، تستطيع مشاهدة الشمس منعكسة على مرآة صغيرة ، وتستطيع ان تحلل ضوء الشمس بمنشور زجاجي الى ألوان سبعة أصلية متميزة بعضها عن بعض ، الا ان ما تشاهده في هذه المرايا هي صفات الشمس فقط ، اذ لا يستطيع أحد أن يدعي ان الشمس موجودة في تلك المرآة الصغيرة ، أو في ذلك المنشور الصغير .

لقد أودع الخالق القدير والحكيم في هذه الذرة الصغيرة التي خلقها – والتي لا نستطيع حتى الآن رؤيتها – قابلية وصلاحية ان تكون اللبنة الاساس لهذا الكون الهائل الذي يقدر بمليارات السنين الضوئية ، فالأصوات التي تصل الى أسماعنا ، والحرارة التي تصلنا من مدفأتنا ، والكلام الذي صدر من أفواهنا ، والنور الذي يصل الى

أبصارنا ... كل هـذه الأمور تتم بواسطة الذرات أو أجـزاء الذرات .
فالصوت مثلا نوع مـن أنواع الطاقـة ، والجزيئـة الأقرب الى مصـدر
الصـوت تلتقط هذه الطاقة وتنقلها الى الجزيئة التالية ، وهذه الى الجزيئـة
التالية ... وهكذا تستمر عملية النقل هذه . ونحن نطلق عـلى هـذه
العمليات المتـسلسلة اسم ؟ ( الموجات Waves ) .

يمكن أعطاء مثال كلاسيكي لتعريف العملية التموجية بحادثة ألقاء
حجارة على سطح ماء ساكن ، وما يتبعه من حدوث حلقات متابعة حوله .
أو لنفرض أننا ربطنا حبلا بمقبض باب وأمسكنا بالطرف الثاني من الحبل
بأيدينا وقمنا بهزه صعوداً ونزولا ، فاننا نرى حدوث موجات أعتباراً من
طرف الحبل بيدنا ، ومنتهياً حتى الطرف المربوط بمقبض الباب .

الناحية المهمة في هذين المثالين هي ؟ ان الموجات الحادثة سواء في
الماء أو في الحبل ، لا تتحرك في الحقيقة حركة أفقية . فالطاقة التي تحدثها
الحجارة الملقاة في الماء تنتقل الى الماء المحيط بالحجارة مما يولد فيه حركة
صعود ونزول . وسرعان ما تنتقل هـذه الطاقة ــ أي طاقة حركة الصعود
والنزول ــ وتسرى باتجاه الخارج . ويمـكن مشاهدة وملاحظـة الشيء
نفسه في مثال الحبل ، فالحبل لا يتملص من يدك ، ولكن الحركة الموجية
للحبل تنتقل باتجاه مقبض الباب .



الأمثلـــة السابقـــة كـــانت توضـح الموجـــات العرضيـــة
(Transverse Waves) . وهنـــاك أيضـــاً موجـــات طوليـــة
(Longitudinal Waves) ، ويمكن شرح هذا النوع من الموجات

بمثال نابض مرتبط أحد طرفيه بموضع ثابت ، فان قمنا بضغط النابض من طرفه الحر ثم تركناه فان هذا الضغط ينتقل بشكل موجة الى الطرف الآخر . والفرق في هذه الحركة الموجية عن الحركة الموجية السابقة هو؛ ان الحركة في النوع الاول هي حركة عمودية على مستوى الانتشار الموجي ، بينما الحركة في النوع الثاني تكون باتجاه الأمام والخلف نتيجة الضغط الحاصل في النابض .

**الصوت : Sound**

تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية ( مثل : أشعة كاما ، أشعة أكس ، الاشعة فوق البنفسجية ، الاشعة فوق الحمراء ، الضوء الاعتيادي والموجات الراديوية ) بشكل موجات عرضية . أما الموجات الصوتية ؛ فانهـا تملك خواص الموجات الطولية خلال الهواء .

والشيء الذي ندعوه بـ «الصوت» ليس الا تضاغط وتخلخل الهواء بالتتابع لذرات الهواء بين مصدر الصوت وبين آذاننا .

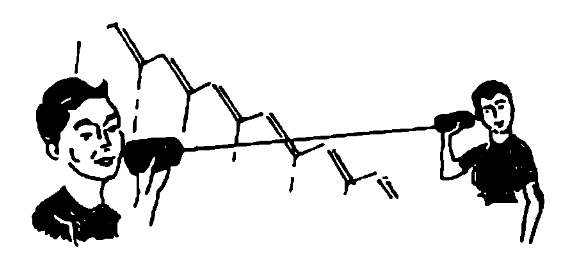
فلنأخذ أوتار الطنبور كمثال على مصدر الصوت ، فان أهتزاز هـذه الأوتار يقوم بضغط الهواء المجاور لها ، وبتعبير آخر ؛ فان الطاقة تنتقل من أوتار الطنبور الى الهواء ( نلاحظ عملية مماثلة لهـذا عندما نضرب كرة المنضدة بالمضرب ، اذ تنتقل الطاقة من المضرب الى الكرة التي تتحرك ) .

بعد أن تقوم أوتار الطنبور المتذبذبة بضغط الهواء ترجع الى الوراء فتفسح مجالا لذرات الهواء المنضغطة ، أي ينفسح المجال لهـذه الذرات للتوسع . في هذه الأثناء تكون الطاقة قـد أنتقلت الى جزيئات الهواء الأمامية ، ثم تبدأ الجزيئات المنضغطة بالتوسع بعد تراجع الجزيئات الأولى، وهنا تضغط الجزيئات التالية القريبة ... وهكذا يستمر الصوت بالانتقال

خلال ذرات الهواء حتى يخفت ويضمحل .

وينبغي ألا ننسى بأن هذه العملية ( أي عملية حدوث الصوت ) التي تعاق بمليارات لا تعد ولا تحصى من الذرات لا تحدث لوحدها أبداً ، فكما ذكرنا في بداية الفصل ؛ فاننا نستطيع سماع عدة أصوات ومن مصادر مختلفة في نفس الوقت ، صحيح ان تعدد الأصوات قد يربك أذهاننا . ولكنه لا يستطيع أرباك الجزيئات المؤتلفة بمهمة نقل هذه الأصوات ، علماً بان ما نطلق عليه اسم «الصوت» لا ينحصر فقط فيما نستطيع سماعه اذ ان أذن الانسان لا يستطيع سماع الا الأصوات التي تتراوح ذبذبتها بين بين ( ٢٠ - ٢٠،٠٠٠ ) ذبذبة في الثانية . وكل تذبذب خارج هذين الحدين لا نحس به . ولكي نعلم مدى ضيق هذه الحدود يكفي ان نقول ؛ بان كل جسم متحرك في هذا الكون يصدر صوتاً أعتباراً من الدماء التي تجول في عروقنا ... الى الفعاليات الجزيئية الجارية في خلايانا ... الى انفجار النجوم ... الى الفعاليات الجارية في الشمس ... الى تصادم الشهب والنيازك بسطح القمر .

غير انه اضافة الى عدم سماعنا الأصوات الخارجة عن حدود السماع المذكور أعلاه ، فاننا لا نسمع الضوضاء الصادرة من الفضاء الخارجي وذلك لعدم وجود الوسط الناقل للصوت . لان الموجات الصوتية تنتقل في الماء وفي الهواء وفي الأجسام الصلبة ( كالخشب مثلا ) ولا تستطيع الانتقال في الفراغ ، أي لا تستطيع الانتقال عند عدم وجود الوسط الناقل لها . صحيح اننا لا نستطيع الأدعاء بان الفضاء الخارجي فارغ كلياً ، اذ توجد نظريات عدة ترى بان الفضاء الذي يبدو فراغاً لأعيننا مملوء في الحقيقة بمادة ( الأثير Ether ) الذي يملك بنية مختلفة تماماً عن بنية الذرة وأصغر منها . ولكن على أية حال فان هذه المادة لا تملك بنية صالحة لنقل الموجات الصوتية .



**تستطيع الموجات الصوتية الانتشار في اوساط مختلفة ، لـذا يمـكن التخابر بحبل مربوط بعلبتين من علب الصفيح الفارغة التي تستعمل كل منها كسماعة الهاتف .**

ان الصوت الذي يصل الى أسماعنا نتيجة تطبيق ضغط على ذرات الهواء ، يضيف ضغطاً معيناً على الهواء أضافة الى الضغط الجوي الموجود أصلا ومقدار الضغط المضاف يتغير حسب شدة الصوت . فبينما يبلغ الضغط الذي يولده صوت حفيف أوراق الأشجار نتيجة هبوب نسيم خفيف ٢ / ١٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ من الضغط الجوي ، نرى أن ضغط الصوت الذي يولد محرك طائرة نفاثة والذي نسمعه على بعد (٥٠) متر منه قد يبلغ (٣٠) ضغطاً جوياً .

من جانب آخر لما كانت الموجات الصوتية عبارة عن نقل طاقة ، نرى ان الجسم الذي يمتص هذه الموجات يسخن ولـكن مقـدار الحرارة المكتسبة يعتبر شيئاً ضئيلا بالنسبة لمقاييسنا . فلو عرضنا جسماً لصوت محرك طائرة نفاثة فاننا نحتاج الى انتظار (١٢) ساعة لـكي يبلغ مقدار الحرارة الناتجة من أمتصاص الصوت سعرة واحدة لـكل سنتمتر مربع منـه .

ومهما أطنبنا في ذكر أهمية الصوت في حياتنا فاننا لا نكون مبالغين ، اذ يمكننا أعتبار حاسة السمع أهم حاسة بعد حاسة البصر ، حتى ان هذه الحاسة ( أي حاسة السمع ) تستطيع القيام مقـام حاسـة البصر في بعض الحيوانات ، فالخفافيش تصدر اصواتاً فوق السمعية بذبذبة قدرها (١٣٠) ألف ذبذبة في الثانية . ومن أتجاه الصدى المرتد لهذه الأصوات والزمن الذي يستغرقه في الارتداد يستطيع الخفاش قياس أنواع الأجسام المحيطة به وأحجامها وبعدها عنه . لذا فان الخفاش يستطيع ان يطير في الظـلام الحالك وأن يقوم بجميع حركات المناورة بصورة أمينة تفوق أمن أحـدث الطائرات المجهزة بالنظم الرادارية .

فـاذا عرفنـا ان الانسان بذكائه المدهش الذي يستحق الأعجاب لم يستطع التوصل للأستفادة من النظام الراداري الا سنة ١٩٣٥م أي بعـد آلاف من سنوات حضارته ، عرفنا مدى الصعوبة في تفسير كيفية عمل هذا النظام الراداري بشكل مدهش في الخفافيش قبل ملايين السنين .

فان قمنـا بتفسير ظهور الخفاش بنظرية التطـور ( Evolution ) أي أننا ان تخيلنا ان مثل هذه المنظومة المدهشة ( منظومة الرادار ) ظهرت للوجود لوحدها ونتيجة لدواعي الحاجة ، فان هذا يعني ؛ ان هذا الخفاش الصغير يملك ذكاء وعبقرية كبيرة وسيطرة كاملة ، وهندسية على جسده ، فاذا كان الأمر كذلك ؛ فلماذا بقي هـذا الحيوان في مرحلة التوحش حتى الآن ؟!. ألا يحتاج هذا الى تفسير وايضاح ؟!

على أية حال ؛ فان اسناد الذكاء والعبقرية الى الخفاش ليس الجنون الوحيد الذي أخترعه العقل الانساني . فهذه الظاهرة وغيرها من الظواهر الأخرى التي لا تعد ولا تحصى ، بل ان ظهور الكون نفسه أسند من قبـل البعض الى مجموعة من الصدف العمياء أو الى كون هذه الظواهر الرائعة

أثراً من آثار الطبيعة المحرومة من العقل ومن الشعور حتى أننا كثيراً ما نسمع ونشاهد هؤلاء البعض وهم يتحدثون بشكل «جديد» ! ! وبشكل «علمية» !! في شاشات التلفزيون •

اذا أدعى أحدهم بان مركبة الفضاء «فوياجير» التي ترسل لنا أثناء سياحتها خلال نظامنا الشمسي معلومات قيمة عن النجوم والسيارات البعيدة، مع كل الأجهزة الدقيقة التي تحتويها ليست الا نتيجة حادثة عارضة حدثت في أرضنا أنطلقت على أثرها الى الفضاء وبدأت بايفاء وظيفتها من ذلك اليوم حتى الآن ••• اذا أدعى أحدهم هذا الادعاء لما كان من الصعوبة أبداً الحكم على مدى توازنه العقلي والنفسي دون ان تكون هناك ضرورة لأن تكون أخصائياً في الأمراض العقلية • ولكن أليس من الغريب ان هؤلاء - الذين كان من المفروض ان يكون مكانهم في مستشفى الأمراض العقلية - أصبحوا يتصدرون الندوات التلفزيونية ؟!

شيء غريب حقاً •••

أليس كذلك ؟!

**الحرارة : ( Heat )**

ان الحرارة - مثلها في ذلك مثل الصوت - شكل من اشكال الطاقة •

فكل حركة للذرة أو للجزيئة لابد ان يظهر معها مقدار من الحرارة ، ويشمل هذا التعريف كل الأجسام ، حتى حرارة الأجسام التي تبعث القشعريرة الى أجسادنا لبرودتها •

هنا لابد لنا من وقفة قصيرة حول الطاقة :

تنقسم الطاقة ( Energy ) الى مجموعتين رئيستين :

١ ـ الطاقة الكامنة ( Potential Energy )

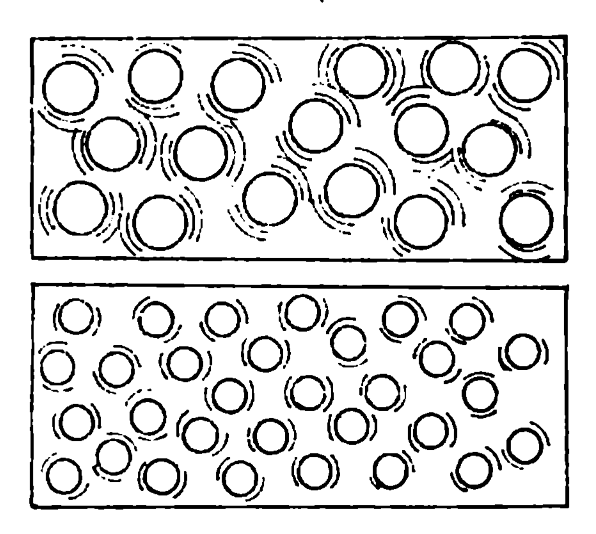
٢ ـ الطاقة الحركية ( Kinetic Energy )

الطاقة الكامنة لأي جسم : هي مدى قابلية ذلك الجسم في انجاز «شغل» معين . أو بتعبير آخر : هي مقدار الطاقة التي يجب صرفها لكي يبلغ جسم ما مستوى القدرة على انجاز «الشغل» ، فالحجارة الموجودة على قمة صخيرة تملك طاقة كامنة . ذلك لان الحجارة لكي تكون على قمة تلك الصخرة فلابد من صرف طاقة معينة تتغلب على قوة جاذبية الأرض كما ان الوتر الذي يؤتر ويوضع في حالة الاستعداد لرمي السهم يملك مثل هذه الطاقة ، والقاطرة المتهيأة للحركة ، والرصاصة التي تنتظر الانطلاق أيضاً طاقة كامنة .

ان سقوط الحجارة من قمة صخرة الى الأرض هو تحول الطاقة من كامنة الى حركية . كذلك الأمر بالنسبة لانطلاق السهم من الوتر ، أو لحركة القاطرة ، أو لانطلاق الرصاصة من فوهة البندقية . وكل الحوادث التي تجري حوالينا أو في الكون ليست الا عبارة أما عن تغير شكل الطاقة من شكل الى آخر ـ كما سبق شرحه ـ أو عن انتقال الطاقة من ذرة الى أخرى أو من جزيئة الى أخرى ، فاعتباراً من جسيمات الذرة ... الى ذرات الهواء الذي تتنفسه فان كل شيء في حركة دائبة ومستمرة ، لذا فانه يملك طاقة حركية ، اذ لا مكان هناك للكسل والبطالة في الكون .

من المفيد ان تتذكر : ان الطاقة والحرارة متلازمان دائماً . فكلما زادت الحرارة زادت الحركة ، وكلما زادت الحركة زادت الحرارة . وكما يتذكر القارىء فقد ذكرنا : بان القوة الرابطة بين ذرات المعادن

تؤمن عن طريق الالكترونات المتجولة بشكل حر ، ولهذا السبب فان أي معدن ـ مهمـــا بدا لنا بارداً ـ يملك حرارة معينة ، ذلك لأن مصـــدر شعورنا بالحرارة أو بالبرودة من محيطنا الخارجي يرجع الى الفرق في درجة الحرارة بين حرارة أجسامنا وحرارة الأجسام المحيطة بنا . واذا زيدت درجة حرارة جسم معدني باستمرار فان حركة الالكترونات فيـه تزداد باستمرار الى حـــد لا يمكن معها الامساك بالجزيئات بقوة مـــع بعضها ، وهكذا يبدأ ذلك الجسم بالتحول الى الحالة السائلة .



**(فوق)**

**الذرات تكون في حالة حركة حتى في الاجسام الصلبة .**

**(تحت)**

**فاذا اعطيت لها الحرارة زادت هذه الحركة .**

ان الطاقة المصروفة لتحويل الجسم من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة تستعمل كلها في اضعاف قوى الترابط بين الجزيئات ، ولهذا السبب فان درجة حرارة قطعة الجليد لا ترتفع أثناء تميعها وتحولها الى سائل ، كذلك الأمر بالنسبة للماء الذي يغلي ويتحول الى بخار ، لأن درجة الحرارة البالغة (١٠٠) درجة مئوية تقوم بفصل جزيئات الماء بعضها عن بعض وتحويله الى بخار ، لذا لا يمكن أن ترتفع درجة حرارة الماء المغلي عن هذه الدرجة (أي عن ١٠٠ درجة مئوية)[١] .

والآن لنستعرض الحالة المعاكسة ، فاذا قمنا بتخفيض درجة حرارة الغاز ، فاننا نكون بذلك قد قلصنا حركة الجزيئات وحددناها ، مما يؤدي الى تقاربها من بعضها البعض ، فاذا وصل التقارب الى حد معين ، تحول الغاز الى سائل ، فان واصلنا تخفيض درجة الحرارة فان في الأمكان تحويله الى جسم صلب . ولكن التحول الى جسم صلب لا يعني توقف فعالية أو حركة الجزيئات بشكل نهائي ، فان هذا لا يتم الا عند وصول الجسم الى درجة الصفر المطلق ، ولكن الوصول الى هذه الدرجة من الحرارة ( أي الى الصفر المطلق Absolute zero) ليست عملية سهله كما قد يتصور ، بل هي مستحيلة في الحقيقة . فان الفضاء الخارجي مع كونه بدأ يفقد حرارته منذ (١٥) مليار سنة تدريجياً ، ولكنه مع هذا لم يصل بعد الى الصفر المطلق بل وصل الى حرارة فوق درجة الصفر المطلق بثلاث درجات مئوية . كما ان الجهود التي بذلت في المختبرات العلمية للوصول الى هذه الدرجة قد باءت بالفشل .

---

(١) هذا بالنسبة للماء الصافي المقطر . اما ان كانت هناك مواد ذائبة في الماء فان درجة الغليان ترتفع فوق ١٠٠°م .

( المترجم )

درجة الصفر المطلق تقل عن درجة الصفر المئوي بـ (٢٧٣ر١٦ م)
ويعبر عن هذه الدرجة بـ (صفر) درجة كلفن • ودرجات كلفن تشابه الدرجات المئوية من ناحية الوحدة ، فان زيادة مقدارها درجة مئوية واحدة تقابلها زيادة مقدارها درجة واحدة كلفن • لذا فان الصفر المئوي يقابل (٢٧٣) درجة كلفن تقريباً •

في البحوث المختبرية أمكن الاقتراب كثيراً من درجة الصفر المطلق بحيث لم يبق سوى جزء من مليون جزء من الدرجة المئوية للوصول اليها ، ومع أنه يؤمل الاقتراب من هذه الدرجة بحيث يكون الفرق جزء من مليار جزء من الدرجة المئوية الا انه تم التأكد من استحالة الوصول التام الى هذه الدرجة •

لنرجع الى الحرارة •••

نظراً لكون الحرارة شكلا من أشكال الطاقة ، فان في الامكان تحويل أي شكل من أشكال الطاقة ( سواء أكانت طاقة كهربائية أم طاقة كيماوية أم ميكانيكية أم ذرية ) الى طاقة حرارية • فالتيار الكهربائي المار من جهاز تدفئة كهربائية يتحول الى طاقة حرارية تدفيء ما حواليها • ويحدث الشيء نفسه عند احتراق الفحم في مدفأتنا ، اذ يتحد الكربون الموجود في الفحم مع الأوكسجين الموجود في الهواء مكوناً ثاني أوكسيد الكربون المتألف من ذرتين من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الكربون ، وفي اثناء هذا الاتحاد يتحرر مقدار من الطاقة على شكل حرارة ( ولكن بمقدار واطيء جداً ) وعندما تنتقل هذه الحرارة الى ذرات الهواء المجاور للمدفأة تزداد حركة هذه الذرات نتيجة زيادة طاقتها الحركية ، والى انتشار هذه الذرات في حيز أكبر مما يؤدي الى تناقص كثافته ( أي كثافة الهواء ) وهذا هو السبب في تصاعد الهواء الساخن الى أعلى لأنه يستطيع

التملص نوعاً ما من قوة الجاذبية بينما ينزل الهواء البارد من أعلى الى تحت لكونه أكبر كثافة ، وتستمر هذه العملية حتى تنتشر الحرارة في كل أرجاء الغرفة ، ونحن نطلق على هذه الطريقة من أنتشار الحرارة اسم التوصيل بطريقة الحمل .

وهناك طريقة أخرى لانتشار الحرارة نطلق عليها اسم طريقة التوصيل الحراري (Thermol Conduction) ؛ وفيها تنتقل الحرارة من ذرة الى أخرى أو من جزيئة الى أخرى ، فاذا قمنا بتسخين طرف سلك معدني فاننا نكون قد أكسبنا جزيئات هذا الطرف طاقة حركية تنتقل تدريجياً حتى الطرف الآخر من السلك ، ونستطيع تشبيه هذه العملية بقيام شخص بوضع كتب على الرف بشكل شاقولي مع وجود مسافات معينة بينها ثم دفع وأسقاط أول كتاب . فهذا الكتاب سيسقط الكتاب التالي ، وبعد فترة قصيرة تكون كل الكتب قد سقطت .

وهناك طريقة ثالثة لانتقال الحرارة ، وهي طريقة : «الاشعاع» التي سنتناولها في الفصل القادم .

# الفصل التاسع

## الطيف الكهرومغناطيسي

## كل الأضواء نتاج نفس المعمل

كما هو معلوم ؛ فان ضوء الشمس المنكسر خلال قطرات ماء المطر هو الذي يكون القوس والقزح ، والألوان التي نشاهدها في القوس والقزح هي ألوان الاشعاعات المؤلفة للون الأبيض . وهكذا نرى ان اللون الأبيض للشمس يتألف من الالوان التالية : البنفسجي ، الازرق ، الأخضر ، الأصفر ، البرتقالي ، والاحمر .

ولكن هذه الألوان هي ألوان الاشعات التي نستطيع رؤيتها فقط والتي تؤلف جزءاً صغيراً من مجموع الطيف الكهرومغناطيسي .

أما الطيف الكهرومغناطيسي فهو متألف من :

أشعة كاما ، أشعة أكس ، فوق البنفسجية ، الضوء المرئي ، تحت الحمراء ، الموجات المايكروية ، والموجات الراديوية .

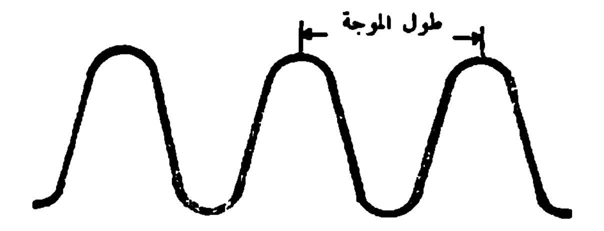
وكل هذه الأشعات ـ كما سنرى فيما بعد ـ لا يختلف بعضها عن بعض الا من ناحية طول الموجة والتردد ، أما في الصفات الأخرى فهي متشابهة . وقبل ان نعطي التفاصيل حول هذا الموضوع علينا ان نعود لنتذكر بعض الايضاحات التي وردت في موضوع الموجات .

تتألف الموجات الكهرومغناطيسية من موجات عمودية على اتجاه سير الموجات ، كالموجات التي تتولد في الماء نتيجة القاء حجارة فيه . وطول الموجة ؛ هي المسافة الموجودة بين قمتين متاليتين من هذه الموجات . أما عدد الموجات المتكونة في فترة زمنية قدرها ثانية واحدة فهو ما نطلق عليه اسم «التردد» .

كثيراً ما نسمع عبارة ( هرتز **Hertz** ) خصوصاً من المذياع ، وذلك تعبيراً عن التردد . فطول موجة الضوء المرئي يتراوح بين ( ٠٠٠٤ر٠ ملم ـ ٠٠٠٧ر٠ ملم ) أما تردده ؛ فيبلغ (٥٠$^{١٥}$ ) تقريباً ، ويتراوح طول موجات الألوان أعتباراً من البنفسجي حتى الأحمر بين هذين الحدين ، وبعد هذا الحد ، أي حد اللون الأحمر تبدأ الاشعات تحت الحمراء ، حيث يتراوح طول موجاتها بين (٠٠٠٧ر٠ ملم ـ ١ ملم).

ولابد من الاشارة هنا الى ان ؛ قصر طول موجة الاشعاع يشير الى شدة ذلك الأشعاع ، فكلما قصر هذا الطول زاد شدة الاشعاع ، ذلك لأن جميع موجات الأشعاعات في الطيف الكهرومغناطيسي تسير بنفس السرعة ، وهي سرعة الضوء ( أي سرعة ٠٠٠ر٣٠٠ كيلو متر/ثانية ) ، أي اذا كانت هناك موجة راديوية طولها (١)كم ، فمعنى ذلك انها تعمل (٣٠٠) ألف دورة في الثانية الواحدة ( أي ٣٠٠ كيلو هيرتز) ، وبمقابل هذا ؛ فان تردد أشعة كاما التي يبلغ طول موجتها (١٠$^{-١٥}$) ملم يساوي ١٠$^{٢٣}$ تقريباً .

ونستطيع تشبيه هذا الأمر بموجات البحر التي تضرب الشطآن ، ففي خلال مدة معينة نرى أن الموجات ان كانت قصيرة فان عددها التي تصل الشاطىء يكون أكثر من عدد الموجات الطويلة .




**طول الموجة هو المسافة بين قمتين متعاقبتين للموجة**

ولابد من الاشارة الى ان الموجات المايكروية والموجات الراديوية ( الموجودة في جهة الموجات الطويلة للطيف الكهرومناطيسي) تتكون بطريقة مختلفة عن باقي الموجات الأخرى . ذلك لأن الاشعاعات ذات الموجات القصيرة أمثال : أشعة ناما ، أشعة أكس ، الاشعة فوق البنفسجية ، واشعة الضوء الأعتيادي ؛ يتكون كلها نتيجة التغيرات الحاصلة داخل الذرات ، وحتى الاشعة تحت الحمراء ؛ تكون نتيجة اهتزازات وذبذبات الذرات والجزيئات ولكن الوضع يختلف بالنسبة للموجات المايكروية والموجات الراديوية ، اذ تكون هذه الاشعاعات من حركة الجسيمات المشحونة وليس نتيجة التغيرات أو الفعاليات الجارية داخل الذرة . فمثلا ؛ هناك نجوم نيوترونية تعرف باسم « النجوم النابضة » تدور بسرعة كبيرة جداً حول محورها الى درجة ان الالكترونات تنقذف خارج النجم النيوتروني بالرغم من قوة الجاذبية

الكبيرة المسلطة عليها ، ولكن المجال المغناطيسي لهذه النجوم قوي الى درجة ان هذه الالكترونات لا تستطيع الهروب خارجه ، فتعود القهقرى بعد ان ترسم قوساً في طريق الرجوع • واثناء هذا الرجوع تفقد الالكترونات بعضاً من طاقتها ، وهذه الطاقة المفقودة تنتشر في الفضاء الخارجي على شكل موجات مايكروية •

وتنتشر الموجات الراديوية من المحيط الجوي للنجوم نتيجة لحركه الجسيمات المشحونة أيضاً ، ويمكن مراقبة هذه الموجات من سطح أرضنا بواسطة المناظير الراديوية ، فالارسال اللاسلكي والراداري والتلفزيوني والرديوي المعروف يتم عن طريق تحول الطاقة الحركية لالكترونات المرسل (الهوائي) الى موجات •

بالنسبة للموجات تحت الحمراء فستتابع الحديث عنها من الوضع الذي وصلنا اليه في الفصل السابق •

قلنا في الفصل السابق : بان الهواء الساخن يصعد الى أعلى الغرفة وان تدفئة الغرفة تبدأ من فوق وتنزل تدريجياً الى تحت ، ومع ذلك فاننا ان قمنا بفحص الأرضية تحت المدفأة مباشرة أو تحت جهاز التدفئة المركزية ( Caloriver ) لرأينا أنها أكثر سخونة من الأقسام الأخرى من أرضية الغرفة ، ونجد ان تسخين هذا الجزء لم يتم لا عن طريق التوصيل ولا عن طريق «الحمل» ، بل عن طريق ( الاشعاع Radiolus ) . وهذه هي الطريقة التي نتلقى بها الحرارة من الشمس • ولو لم تكن خاصية الانتشار عن طريق الاشعاع معطاة للحرارة ، لما كان باستطاعتنا الاستفادة من حرارة الشمس ولما أحسسنا بها ، تماماً مثلما لا نحس ولا نسمع أصوات الأنفجارات العنيفة التي تحدث في الشمس •

ذلك لأنه ليس بالامكان انتقال الحرارة عن طريق الحمل أو عن طريق التوصيل هنـــا .

ومن أهتزاز الذرات والجزيئات للمصدر الاشعاعي تتولد الاشعاعات تحت الحمراء . والحقيقة ان كل جسم تزيد درجة حرارته عن حرارة الصفر المطلق ينشر اشعاعاً ، ولكن حواسنا لا تستطيع الأحساس الا بجزء ضئيل من هذه الاشعاعات . وقد أعطيت القابلية الكبيرة للأحساس بالأشعة تحت الحمراء لبعض الحيوانات مثل «الأفعى ذات الأجراس» وهذه القابلية تقوم مقام حاسة البصر لهذه الأفاعي حتى في الظلام الدامس ، ويشبه هـذا قابلية الخفاش للاحساس بالموجات فوق الصوتية ( ultrasound ) .

بالنسبة للأشعاعات التي تقل أطوال موجاتها عن طول الاشعة تحت الحمراء فانها تكون نتيجة التغيرات الحادثة داخل الذرات .

لنتناول هذه الأشعاعات أعتباراً من أقصرها موجة :

بالنسبة لأشعة كاما فانها تخلق ـ كما شرحنا سابقاً ـ نتيجة للتغيرات الجارية في نواة الذرة المشعة التي تكون ذات بنية قلقة وغير مستقرة . وبجانب أشعة ألفا وأشعة بيتا التي تصدر من مثل هـذه الذرات تصدر كذلك كمية معينة من الطاقة أيضاً والتي تعرف باشعة كاما . ومقدار هذه الطاقة يساوي الفرق بين مجموع الكتلتين قبل الاشعاع وبعده . كما أن اشعة كاما تصدر عنـد اصطدام الألكترون مع نقيضه البوزترون وفنـــاء كليهمـا .

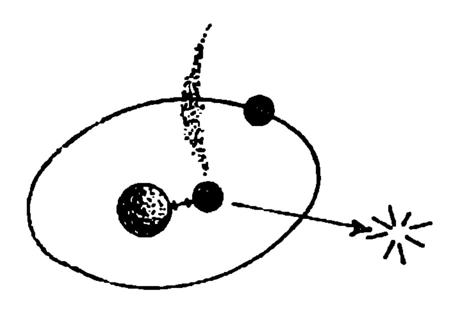
أمـــا أشعة أكس فهي ناتج بعض العمليات الجـارية في مستوى الالكترونات وليست في مستوى نوى الذرات . ويمكن الحصول عـلى أشعة أكس بشكل عام عند تعريض المعادن الى وابل من الألكترونات .

ومن الممكن تخمين ما سيجري للألكترونات عندما تقذف بسرعة كبيرة على قطعة معدنية . فالقطعة المعدنية تبدو لنا قطعة صلدة متماسكة لا ثقوب فيها ، ولكنها تبدو بالنسبة لأجسام مثل الألكترونات كمجرة كبيرة . فالالكترونات تستمر في طريقها خلال المسافات الموجودة بين ذرات قطعة المعدن مثل أي نجم أو كوكب يدخل الى مجرة ما ، ولكن هذه السفرة لا تخلو من حوادث ، فذرات القطعة المعدنية في حالتها الأعتيادية تكون مستمرة في فعاليتها الأعتيادية في نظام وسكون ، كنظام وسكون أية مجرة أعتيادية ، فاذا دخل الى هذا النظام ضيف ما ، خاصة ان كان يملك مثل هذه السرعة الكبيرة ، فانه يكون سبباً لبعض الحوادث ، اذ تتولد أشعة أكس أو اشعاعات أخرى أطول موجة وذلك حسب ماهية هذه الحوادث الجارية .

فاذا مر الألكترون أثناء سياحته داخل هذه القطعة المعدنية من مسافة قريبة جداً من نواة الذرة ، فان الشحنة الموجبة الموجودة داخل النواة وان لم تستطع ايقاف الالكترون ذو الشحنة السالبة وسحبه اليها ( بسبب من سرعته الكبيرة ) فانها تجري عليه تأثيراً مهدئاً ومقللا لسرعته ( أي عملية فرملة ) ، لذا فان الالكترون المسرع والذي يملك طاقة حركية معينة عندما يتعرض لعامل يخفض من سرعته ، فانه يفقد جزءاً من طاقته الحركية هذه . وهذا الجزء المفقود من هذه الطاقة ينقذف للخارج بسرعة الضوء وبحالة جسيم لا كتلة لها ، وهذا هو أشعة أكس .

ان شدة أشعة أكس الصادرة ترتبط بشدة القوة المهدئة لسرعة الالكترون ( قوة الفرملة ) ، وقبل ان يتوقف الالكترون تماماً قد يتعرض لعمليات فرملة عديدة ، وفي كل فرملة ينشر قسماً من الطاقة بشكل اشعة أكس .

أما في حالة تصادم الالكترون مع نواة الذرة فانه يرسل كل طاقته المفقودة على شكل جسيم لا كتلة له هو : الفوتون .



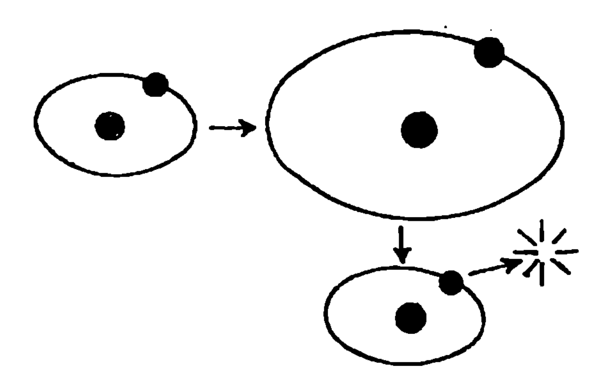
**ان الالكترون الذي يتم كبح سرعته من قبل نواة الذرة يفقد طاقة معينة ، وهذه الطاقة تكون عبارة عن اشعة اكس التي تطلق خارجا .**

العمليــة الأخــرى التي تنتج لنا أشعة اكس هي عملية التبادل الحاصلة في أماكن ومواضع الالكترونات ، ويمكن أيضاح هـذه العملية بمثال الرفوف الموجودة في خزانة ، فكل رف من هذه الرفوف له طاقـة كامنة معينة ، فاذا سقط الرف الأول الى الأرض نتيجة حادثة مـا تحولت الطاقة الكامنة الى طاقة حركية ، وسيتحول جزء من هذه الطاقة نتيجـــة السقوط الى صوت يصل الى أسماعنا . واذا قمنا بوضع الرف الرابع مكان الرف الثالث ، والثالث مكان الثاني فاننـــا نكون قد غيرنا وضـــع الطاقة فيما بينها ، فاذا قمنا بعمل معاكس ، أي اذا قمنا برفع الرف الأول ووضعه موضع الرف الثاني فاننا نكون قد أضفنا طاقة كامنة اليه .

وموقف مدارات الالكترونات الموجودة حول نواة الذرة بعضها من بعض يشابه موقف رفوف الخزانة ، اذ يمكننا أعتبار كل مدار من هـذه

المدارات بمثابة مستوى معين من الطاقة ، لذا فان الالكترون لكي يصعد من مدار ( K ) الى مدار ( L ) يحتاج الى اكتساب طاقة معينة ، لنأخذ أبسط ذرة وهي ذرة الهيدروجين ، فاذا قمنا باعطاءها طاقة من الخارج فان الالكترون سوف يبتعد عن النواة ( اذ يصعد الى المدار ( L ) ، فاذا أريد لهذه الذرة ان ترجع الى حجمها السابق ، أي رجوع الالكترون الى مداره السابق ، فان على الذرة ان ترسل جزءاً من طاقتها الى الخارج .

لنعد الى تجول الألكترون داخل القطعة المعدنية ، فاذا اصطدم الالكترون المرسل من قبلنا الى القطعة المعدنية باحد الألكترونات الموجودة حول نوى ذرات المعدن دون ان يدخل مجال تأثير النواة ، فانه ينقل جزءاً من طاقته الحركية الى هذا الالكترون ، ونستطيع تشبيه ذلك باصطدام احدى كرات البلياردو بكرة أخرى . فاذا كانت الكرة المصطدم



**نستطيع ابعاد الالكترون عن النواة ان قمنا باعطاء طاقة معينة للذرة . وفي حالة رجوع الالكترون الى وضعه السابق فان هذه الطاقة الفائضة تطلق خارجا .**

بها ساكنة فانها تتحرك بفعل الطاقة الحركية المنقولة اليها ، واذا كانت متحركة غيرت اتجاه سيرها .

لنفرض ان الالكترون المقذوف من قبلنا اصطدم بالكترون موجود في المدار ( K ) ، فان هذا الالكترون ـ نتيجة للطاقة الحركية التي اكتسبها ـ يفارق مكانه ، تاركاً مداره فارغاً ، ولكن هذا المكان لا يبقى فارغاً لمدة طويلة ، اذ لا يلبث لأحد الالكترونات الموجودة في أحد المدارات الخارجية ان ينزل الى هذا المدار متأثراً بقوة جذب النواة ويسد بذلك النقص الموجود في المدار

هذا النزول يعني ان الالكترون فقد جزءاً من طاقته ( يشبه هذا نزول الرف من الصف الثالث الى الصف الثاني ) ، أما الطاقة المفقودة فانها تقذف الى الخارج بسرعة الضوء على شكل أشعة أكس .

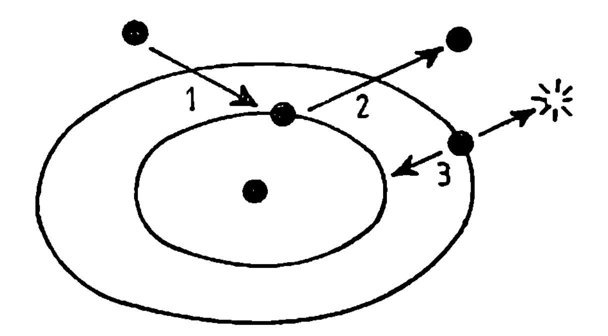
ولكون موجات أشعة أكس ـ مثلها في ذلك مثل أشعة كاما ـ أقصر بكثير من طول موجات الضوء الاعتيادي ، فانها ( أي اشعة أكس ) تستطيع النفوذ الى الاماكن التي يعجز الضوء الاعتيادي من النفوذ اليها . وبتعبير آخر ؛ فان هذه الاشعاعات تمتص من قبل المواد بمقياس أقل . ولذا فان أشعة كاما واشعة أكس تستعملان في رؤية الأجزاء الداخلية للاجسام التي لا ينفذ اليها الضوء الاعتيادى ( كجسم الانسان مثلا ) . ففي عملية التصوير باشعة أكس يوضع الجسم المراد تصويره ( يدنا مثلا ) بين مصدر أشعة أكس وبين لوحة الفيلم ( أو الشاشة ) ، فعندما ترسل أشعة أكس فانها تمر من الأقسام اللحمية ( الأقل كثافة ) لايدينا بكل سهولة ، اما عندما تمر من العظام فان قسماً كبيراً منها يمتص من قبلها ، فالأقسام التي تمتص أشعة أكس تظهر في الفيلم أو في الشاشة بلون أبيض أما الأقسام الاخرى التي مرت منها الأشعة بكل سهولة فتظهر بشكل غامق .

ولكون أشعة أكس وأشعة گاما تملكان خاصية تخريب وهدم الخلايا الحية ( لانهما تقومان بضعضعة وتخريب نظام الألكترونات للذرات) فانهما تستعملان في القضاء على الأورام .

بالنسبة لكيفية تولد الأشعة فوق البنفسجية ( ultraviolet ) فأنها تشبه العملية السابقة ، ولكن مع وجود فرق واحد وهو : ان مصدر هذه الأشعة هو المدارات الخارجية للذرة .

لنفرض انا سحبنا من المدار الخارجي لذرة الكتروناً واحداً ، فان الذرة تتأين ، وبسبب زيادة الشحنة الموجبة للذرة فان الالكترونات الباقية ترتبط بالنواة برابطة أقوى ، والآن لنسحب الكتروناً ثانياً من نفس هذه الذرة ، فاذا لم تكن قوة سحبنا له كافية لأخراجه تماماً من مجال تأثير الذرة فانه يعود ثانية الى الذرة . واثناء عودته اما ان يأخذ مكانه السابق ويستقر فيه أو يستقر في مكان الالكترون الأول المسحوب من قبلنا . وفي كلتا الحالتين يقوم الالكترون ببعث طاقة معينة على شكل أشعاع كهرومغناطيسي . فاذا كان الالكترون قد رجع الى مكانه ، فان الاشعاع الصادر يكون على شكل أشعة فوق البنفسجية ، أما في الحالة الثانية فان الاشعاع يكون على شكل الضوء الأعتيادى .

لما كان ترك الالكترون لموضعه في المدار الخارجي يحتاج الى طاقة أقل مما يحتاجه الالكترون في المدارات الداخلية ، فان الاشعاع الذي ينشره هذا الالكترون يكون ذا موجة أطول . وهذا الأختلاف في طول الموجة هو الذي يميز أشعة أكس واشعة گاما عن أشعة الضوء الاعتيادى . ولهذا السبب يطلق على الالكترونات الموجودة في المدار الخارجي للذرة اسم ( الالكترونات الضوئية ( Optic electrons ) .




**يشير الرقم (١) في الشكل الى الالكترون الآتي من الخارج ، اما الرقم (٢) فيشير الى تصادم هـذا الالكترون مع الالكترون الموجود في المستوى ( K ) من الذرة مما يؤدي الى قذفه الى الخارج ، ويشير الرقم ( ٣ ) الى هبوط الكترون آخر من احد المستويات الخارجية الى مستوى ( K ) وحلوله محل الالكترون الخارج ، وفي اثناء هبوطه هذا يفقد جزءاً مـن طاقته ، وهـذا الجزء المفقود مـن الطاقة ينتشر بشكل اشعة ( X ) الى الخارج .**

أما الاشعة فوق البنفسجية فتستعمل في مجالات عديدة كأستعمالها في مصابيح الفلورسنت وفي الطب والصناعة ، وتمتلك خاصية القضاء على البكتريات .

تظهر نتيجة الفعاليات النووية الجارية في الشمس جميع أنواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية ، ولكن كلما صغر طول الموجة في هـذه الاشعاعات كلما قل احتمال وصولها الى الأرض ، ذلك لأن الجو المحيط بأرضنا خلق بخاصية فرز ونخل الاشعاعات ذات الامواج القصيرة ، لكي يحفظنا من التأثيرات المهلكة لهذه الاشعاعات ، ونحن نستطيع التثبت من الأمواج الراديوية والامواج المايكروية عن طريق بعض الأجهزة الفلكية والبصرية ، ونستلم حرارة الشمس عن طريق الأشعة تحت الحمراء ،

ونستطيع مشاهدة رؤية ما حولنا بواسطة الضوء الاعتيادي ومن ثم تبدأ عملية الفرز والمنع .

بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية ؛ فان قسماً منها يمتص من قبل الغلاف الجوي ، أما القسم الباقي فيصاد معظمه من قبل الغبار الجوي ومن قبل الزجاج ، والملابس التي نلبسها .

أما القسم الأخير المتبقي فانه يكون قد انخفض الى نسبة مفيدة لأجسامنا ، لأنه يساعد على تكوين فيتامين ( D ) فيها ، والنسبة التي يجب وصولها الينا معيرة وموزونة ومحسوبة بشكل حساس جداً ؛ الى درجة أننا ان افرطنا قليلا في التعرض للشمس شعرنا بالام وبحرقة في جلودنا .

كما رأينا سابقاً ؛ فان اشعة أكس واشعة گاما تعتبران اشعاعات خطرة ولكن عمليات التصفية التي تمران بها في طبقات الجو المحيط بالأرض تزيل خطورتهما .

ولابد ان نذكر القراء ؛ ان هذه الاشعاعات لا تأتينا من الشمس فحسب ، بل ان قذائف هذه الاشعاعات تنهال علينا من جميع أنحاء الفضاء الخارجي فاذا وضعنا جانباً خلق دنيانا وخلق الحياة فيها ، وتأملنا هذا التدبير الواحد فقط من بين التدابير التي لا تعد ولا تحصى لحفظ واستمرار هذه الحياة ، لرأينا مدى الروعة المتجلية فيه . فهل هناك حاجة لدليل آخر لوحدانية الخالق الذي خلق الدنيا والحياة فيها وخلق الكون كله ؟! فكما يقوم المهندس المصمم للسيارة بوضع «الموقفة»(١) لأنه قد حسب مقدماً ضرورة وضعها بجانب «المعجلة»(٢) ، كذلك فان

---

(١) اي الفرامل .
(٢) اي دواسة البنزين .

( المترجم )

خالق الأرض والشمس قد حسب أية اشعاعات من اشعاعات الشمس وبأي مقدار يلزمنا ، واية ترتيبات يجب وضعها حول الارض لمنع الاشعاعات الخطرة من الوصول الينا . ويمكننا ان نتخيل أية مأساة تحدث لو ان خطأ ما حدث في أي موضع من مواضع ترتيب الامان هذا .

[ ان الله لذو فضل على الناس ولكن أكثرهم لا يشكرون ]
سورة يونس/آية ٦٠

## الفصل العاشر

# نظرية الكم

## « الجرعة حسب الحاجة »

رأينا سابقاً ؛ كيف ان جميع أنواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية ومن ضمنها الضوء ؛ الذي ينير دنيانا ، ليس الا نتاج معمل صغير يبلغ قطرها $\frac{1}{100,000,000}$ سم ( جزء من مائة مليون جزء من السنتمتر ) .

والبضائع المعمولة في هذا المعمل ، والمنتوجات مهما أختلفت أطوال موجاتها ، تخرج خارجاً بسرعة الضوء «معلبة» ضمن جسيم لا كتلة له يسمى «الفوتون» .

هذا باختصار شديد هو لب النظرية المشهورة المعروفة بنظرية الكم» أو نظرية الكوانتوم (Quantum theory) .

كلمة «كوانتوم» أصلها لاتينية بمعنى : أي مقدار ؟ أو . أية حصة؟

فالفيزياء الكلاسيكية كانت تعتبر الطاقة حادثة موجية . أما النظرية الكمية فانها تعتبر الطاقة مؤلفة من جسيمات ومقسمة الى مقادير كالمادة تماماً . ولكن هذه النظرة تعتبر صحيحة للحوادث الجارية في مستوى الذرة .

فاذا كان مجال مساحة بحثنا واسعة[1] ومقادير «الكمات» كبيرة ، فان قوانين الفيزياء الكلاسيكية تأخذ المبادرة وتكون أحكامها جارية ، وهذا يعني اننا ننظر الى الطاقة مرة باعتبارها موجة ومرة باعتبارها جسيمات .

ويمكن ذكر نفس الشيء بالنسبة لجسيمات الذرة ، فجميع هذه الجسيمات ان كانت في حالة حركية تتصرف وتسلك سلوك الموجات حسب نظرية الكم ، وهذا السلوك يكون واضحاً خاصة في الجسيمات التي يبلغ صغرها صغر الألكترون على الأقل . لذا يكون من الخطأ أعتبار الذرة نموذجاً مشابهاً تماما ومصغراً للنظام الشمسي ، فالالكترونات الموجودة في مداراتها حول النواة لا تشابه الكواكب الدائرة حول الشمس ، والتي توجد عند لحظة معينة في موضع معين من هذه المدارات لأن الأصوب والأقرب الى الحقيقة تصور دوران هذه الالكترونات في كل المدارات بحيث تكون «سحابة الكترونية» حول النواة .

قد يبدو غريباً لأول وهلة الظهور بمظهر الموجة مرة وبمظهر الجسيمات مرة أخرى ، ويمكن تشبيه هذا بمثل بسيط وهو أختلاف تصرف الموظف في دائرته عن تصرفه في بيته . فكما يوجد هناك فرق من

---

(١) أي اذا كانت الظاهرة أكبر من الظواهر الجارية في مستوى الذرة .

ناحية تصرف الموظف في دائرته الرسمية مع رئيسه ومع رفقائه الموظفين ومع مرؤوسيه عن تصرفه مع أفراد عائلته في البيت ، كذلك يختلف تصرف وسلوك المادة والطاقة حسب المواقف التي تجابهها .

نستطيع ان نوضح القاعدة العامة التي يتصرف بمقتضاها الضوء والاشعاعات الكهرومغناطيسية الأخرى في المواقف المختلفة كما يلي :

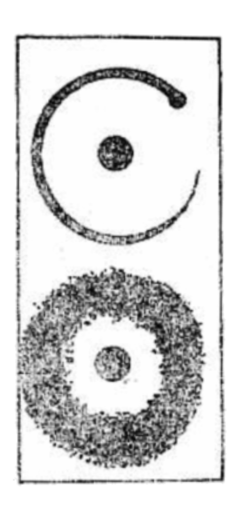
ان كانت هذه الموجات قد دخلت في تأثيرات متبادلة مع جسيمات أخرى فانها تتصرف كجسيمات ، أما أثناء سيرها وسياحتها وقطعها للمسافات فانها تتصرف كموجات . ويمكن ملاحظة هذا من التأثيرات التي تحدثها الموجات الضوئية الساقطة على معدن موصل ؛ فعندما تصطدم الموجات الضوئية بالجسيمات الموجودة في المعدن ، يتم تبادل مقدار من الطاقة بينهما . فكما يتم أنتقال الطاقة الحركية عند اصطدام الالكترونات بعضها ببعض . كذلك تكتسب الألكترونات مقداراً معيناً من الطاقة الحركية عند اصطدامها مع «علبة» الفوتونات الحاملة للطاقة الضوئية .

والطاقة التي تستلمها بعض الألكترونات الموجودة على سطح المعدن قد تكون كافية لزحزحتها من اماكنها ضمن القوة الرابطة الموجودة في المعدن . لذا فان مقداراً من الألكترونات ينقذف من السطح الخارجي لأي معدن معرض للضوء .

ونستطيع تشبيه ذلك باصطدام كوكب قادم من الخارج بالكوكب الخارجي الأبعد في منظومتنا الشمسية وابعاده وأخراجه عن مساره الأعتيادي .

وهذا هو السبب في استحالة رؤية الالكترونات حتى بأقوى المجاهر ، واستحالة رؤيتها في أماكنها أثناء دورانها الأعتيادي . ذلك لأن رؤية أي

جسم لا تتم الا بانعكاس جسيمات الضوء (أي الفوتونات) الى أعيننا بعد اصطدامها بذلك الجسم ، وبما ان الالكترونات جسيمات صغيرة جداً ، فان اصطدام الفوتونات بها تعتبر حادثة لا يستهان بها ، اذ يغير ـ في الأقل ـ أماكنها .



**الشكل العلوي يبين الصورة القديمة المتخيلة من الذرة ، والتي هي عبارة عن نواة تدور حولها الالكترونات . اما في التصور الحالي للذرة ـ والذي قدمته نظرية الكم ـ فان الالكترونات لا تدور حول النواة كدوران الكواكب حول الشمس ، بل تقوم بتشكيل «سحابة» حول النواة ، ويوجد الالكترون في اية لحظة في اي مكان او موضع داخل هذه السحابة.**

لاشك ان تمييز وضبط كيفية تصرف الجسيمات والموجات حسب الظروف المختلفة ، ليس الا نتيجة تخطيط وشعور وحساب . ومن العبث

ـ طبعاً ـ البحث عن هذا الشعور والحساب في هذه الجسيمات والموجات ، والا يكون معنى هذا مشابهاً لو قمنا باسناد منبع ومصدر الضوء المنعكس لأعيننا الى ذرات الهواء . صحيح ان لذرات الهواء مهمة ووظيفة توزيع الضوء الصادر من الشمس ، والا لما كان باستطاعتنا رؤية ما حوالينا ، وهذا هو السبب في ان الفضاء يبدو حالكاً في الكواكب التي لا تملك جواً حولها ، وفي القمر وفي الفضاء الخارجي . ففي هذا الفضاء الخارجي لا يبدو أي شيء سوى الشمس والنجوم والاجسام التي تتلقى الضوء .

اذن : فكما ان الذرة ـ التي هي موضوع كتابنا ـ والتي تقوم مقام ذرة هواء في جو أرضنا تعكس ضوء الشمس الواصل اليها ، وتقوم في نفس الوقت بمهمات تتجلى فيها أمور غاية في الشعور والدقة والتخطيط بحيث تظهر آثار علم وشعور أكثر بريقاً ولمعاناً من الشمس .

أمامنا طريقان لا غير :

اما ان نرى الشمس في كبد السماء ، واما ان نحسب كل ذرة هواء وكل قطرة ماء ، وكل قطعة زجاج شمساً ...

اما ان نقر بوحدانية الخالق العليم والقادر ، أو ان نسبغ صفة الألوهية الى كل ذرة من ذرات الكون البالغ عددها $10^{80}$ ذرة أو ربما أكثر بكثير .

# كلمـة اخيرة

## جنون ام علم ؟

عند اكتشاف ظاهرة الاشعاع ظهر أول تصدع كبير حول العقيـدة العلمية التي أسست ديكتاتوريتها طيلة القرن التاسع في الأوساط العلميـة والقائلة : أن «المادة لا تفنى» . وقد شغلت ظاهرة الاشعاع الأذهان ردحاً من الزمن ، اذ كان يبدو غريباً جداً ان تتحلل الأجسام المشعة وهي في حالتها الطبيعية ودون أي تدخل خارجي ، وتفقد جزءاً من مادتها من جهة ، وان تنتج في نفس الوقت ومن العدم طاقة معينة .

وأخيراً كان من نصيب آنشتاين حل هـذا اللغز في أوائل القرن العشرين . فالنظرية النسبية لانشتاين التي فتحت أمام العلم آفاقاً جديدة كانت تعطى تعريفاً جديداً للمادة . فحسب هذا التعريف ؛ فان المـادة ليست الا شكلا كثيفاً جداً من الطاقة .

عبر آنشتاين عن رأيه هذا رياضياً بالمعادلة التالية :

$$E = MC^2 \quad (١)$$

---

(١) سرعة الضوء = $C$ الكتلة = $M$ الطاقة = $E$

( المترجم )

فحسب هذه المعادلة ؛ فان مقدار الطاقة التي تكون وتؤلف أي جسم يساوي حاصل ضرب كتلته في مربع سرعة الضوء .

ومع ان معادلة انشتاين هذه مرت بتجارب عديدة جداً ، الا انها اثبتت صحتها .

لنطبق هذه المعادلة على جسم وزنه غرام واحد ، فاذا قمنا بضرب هذا الرقم في مربع سرعة الضوء حصلنا على رقم قريب من (٢٥) مليون كيلو واط/ساعة . ولنعبر عن هذا بشكل آخر :

لنفرض أننا استطعنا أفناء وتحويل غرام واحد من المادة تماماً الى طاقة فاننا نستطيع بهذه الطاقة أضاءة مصباح قدرته ١٠٠ واط مدة (٣٠٫٠٠) سنة بصورة متواصلة ودون انقطاع . ولا نستطيع الحصول على نفس هذا المقدار من الطاقة الا بحرق (٢٠٠٠) طن من النفط .

والحقيقة انه أعتباراً من حرق منتجات البترول الى استهلاكنا الطاقة الجسدية أثناء انجازنا أعمالنا اليومية ، فان كل أنواع الطاقة ليست الا نتيجة فناء جزء من المادة . ولكن مقدار المادة المتحولة الى طاقة يكون ضئيلا جداً في الظروف الأعتيادية ، وحتى في فرن ذري هائل عملاق مثل الشمس ، فان مقدار الهيدروجين المتحول الى طاقة يبلغ (٤) ملايين طن فقط من (٦١٦) طن . وان جزءاً ضئيلا جداً من هذه الطاقة يصلنا ويديم الحياة على سطح كوكبنا .

وحالياً يبحث آلاف من علماء الفيزياء في المادة نزولا الى الذرة ثم الى جسيماتها الأصغر فالأصغر والى الكواركات ، لكي يتوصلوا الى فهم المحطة الأخيرة التي تنزل اليها المادة ، وعلى أية حال فان من المعلوم منذ بداية قرننا الحالي ؛ ان هذه المحطة الأخيرة ليست الا ( الطاقة

Energy )وهي مفهوم لا مادي • لذا فـان مـن الواضح ان النقاش السابق الدائر حول ما اذا كانت المادة تفنى أم لا ، أو عما اذا كانت المادة أزلية أم لا ••• مثل هذا النقاش أصبح الآن لا يحمل أي معنى ، فالقوة التي نطلق عليها اسم «الطاقة» والتي لا نعرف عن ماهيتها حتى الآن شيئاً ، لو لم تكتسب كثافة كبيرة مذهلة لما كانت هناك الذرة ، ولما كـان هناك الكون الذي نعيش فيه •

والحقيقـة ان تعريفنا لا يعتبـر كاملا ان اقتصرنا على القول بان : « المادة هي الشكل الـكثيف للطاقة » • لأن مـن الواضح ؟ ان عمليـة تكاثف الطاقة وتحولها الى مادة لم تتم عشوائياً بل ضمن حساب في غـاية الضبط والدقة والقصد • فمنذ الصفحات الأولى من كتابنا هـذا نحاول ان نشرح الحسابات التي لا تسعها الأرقام ، والمهمات التي لا يسعها خيالنا من المهمات التي تقوم بها ذرة صغيرة • ونفس هذه الطاقة عندما تستعمل باشكال مختلفة ، فانها تظهر تجليات مختلفة لا نهاية لها ، أعتباراً من ذرة الهيدروجين الى الجزيئات الحيوية التي تحتوي على الآلاف من الذرات • وعند تغير وتنظيم الفعاليات الجارية داخل نفس الذرة باشكال مختلفـة فانها سرعان ما ترجع وتتحول الى طاقة في أشكال مختلفة أعتبارا مـن أشعة كاما الى الموجات الراديوية التي تملك كل واحـدة منهـا خواصاً مختلفة ومهارات مختلفة ••• أليس هذا شيئاً رائعاً ومذهلا ؟! ولا تنسوا أبداً ان ذرات الهيدروجين الموجودة في المـاء العـذب الذي نطفىء بـه ظمـأنا ، لا تختلف أبداً عن ذرات الهيدروجين الموجـودة في مركز الشمس • فذرة معينة عندما تكون في الشمس تكون مصدراً للنور وللحياة لأرضنا ، وعنـدما تدخـل في أوعيتنا الدموية ، نراها تصلح لبناء كريات الدم الحمراء التي هي أفضل ناقلة للأوكسجين ، وعندما تكون داخـل

بذرة العنب فانها تكون جزءاً من أفضل وأكمل معمل من معامل صنع الحلويات في العالم ، وعندما تأخذ مكانها في بؤبؤ أعيننا فانها تأخذ على عاتقها ايفاء وظيفتها في أفضل جهاز تصوير في العالم .

وهذه الذرة نفسها عندما تكون ذرة هواء فانها تبدو وكأنها موظفة بدالة تعرف جميع لغات العالم ، فهي تنقل كل كلام يصدر من شفاهنا دون أي خلل أو أي قصور وبصوت صاحبه ، وتنقل في الحال كل أنواع البث الأذاعي والتلفزيوني والراداري واللاسلكي الى أماكنها دون ان يختلط أحدها بالآخر ، وتقوم في الوقت نفسه بوظائف عديدة أخرى كنقل الضوء والحرارة دون أي قصور أو تلكؤ .

ومن هذه الذره نفسها تصدر طاقة من خلال لهيب الفحم المحترق في مدفأتنا لتدفىء منازلنا . وتكون ضوءاً في الشمس لتنير أرضنا ، وفي النجوم والقمر تصبح قناديلا تؤنس ليالينا ، وتكون أشعة فوق البنفسجية لتساعد مختبرات أجسادنا في القيام بفعالياتها . أو تكون أشعة گاما ، أو أشعة أكس فتكشف أمام أنظارنا العوالم التي ما كان باستطاعتنا رؤيتها ، أو تتجلى في أمواج راديوية تنقل لنا الأخبار من أقاصي الدنيا ومن أقاصي الكون ، فاذا لم تكن هذه أثراً من آثار صاحب قدرة وعلم لا نهائيين ، الذي أحاط بكل شيء علماً ، اعتباراً من الانسان الى الكون الهائل ، والذي خلق كل شيء والذي يعرف ؛ حاجة كل شيء ، وكل مخلوق ، والذي وضع التدابير اللازمة لمواجهة هذه الحاجات في علبة بحجم ذرة صغيرة ... اذا لم تكن كذلك فتدبير وأثر من هي اذن ؟!.

نعم ان الطاقة متكاثفة في الذرة ، ولكن السؤال المهم هو : من الذي عرف ودبر كيف تتكاثف هذه الطاقة وبأي شكل ؟ وبأية قوى تتوازن وكيف ؟ ثم من يعرف وكيف سيكون تحول الذرة مرة أخرى الى الطاقة

وبأي مقياس وبأي شكل ؟ وكيف يستطيع من لم يحط علماً بكل شيء اعتباراً من أبعد زاوية في الكون الى جناح ذبابة ان يضع مثل هذا الحساب الدقيق للذرة ؟».

ان أكثر المتعصبين لفكرة توضيح ظهور كل شيء ( ومن ضمنه انفسهم ايضاً ) بالصدفة ؛ لا يستطيعون ولا يتجاسرون على الادعاء بان هذا الكتاب الصغير ظهر صدفة ، ليس هذا الكتاب فحسب بل اننا سنورد ادناه نسبة الاحتمال الموجودة لظهور عبارة واحدة أو جملة واحدة فقط ، كعبارة شكسبير على لسان هاملت : ان تكون أو لا تكون ... تلك هي القضية To be or not to be , That is the Question .

قام الدكتور وليام بانت Dr. William Bennet من جامعة « يالا » بالاستعانة بحسابات الكومبيوتر التوصل الى نسبة الاحتمال لظهور مثل هذه الجملة فتوصل الى وجوب ان يقوم مليون × مليون × مليون قرد بالضرب المستمر والعشوائي على أحرف آلات الطابعة الموضوعة أمامهم ولمدة تبلغ مليون × مليون × مليون مرة ضعف عمر الكون ... هذه هي نسبة الاحتمال .. فتأمل !!.

اذن فان الدقة والحساب الرائعين الموجودين في الذرة وفي الكون اللذين يدلان على كونهما نتيجة علم وتخطيط لا يمكن ان يكون أثراً من آثار الصدفة ، بل أثراً من آثار الخالق الذي أحاطت قدرته وعلمه بكل الكون وبكل شيء ، اذ ليس من الممكن ان نقسم ملك الكون وحاكميته على آلهة متعددة كما تصور اليونانيون القدماء ، ففي كل مكان نرى نفس المادة ، ونفس الطاقة ونفس القانون . ولهذا فان الذرة الواحدة أضافة الى تعبيرها عن نفسها كوجود معين فانها تشير من جانب

آخر وبكل لسان في الكون الى الخالق والى وحدانيته . فكما ان كل حجارة من الأحجار التي تؤلف قبة «آيا صوفيا»[١] تشكل جزءاً من هذه القبة ، كذلك فان كل ذرة من الذرات تعتبر كوناً مصغراً . وكما لا تستطيع هذه الاحجار ان تخطط وان تجتمع معاً وفق هذا المخطط . كذلك ما كانت بقدرة الذرات ان تقوم بوضع الحسابات المعقدة للكون وان تشكل وتصنع كوننا وتصنع عالمنا الذي نعيش فيه .

عندما تقرأ شعراً جميلا ، فهل تقول : « مرحى لهذب الحروف ! كيف تجمعت بشكل جميل » ؟!»

وهل تعشق ماكنة حساب عندما تعطيك حل وحساب معضلة معقدة في ثانية واحدة ؟!

نستطيع ان نطلق على هذه الأمور اسم «الجنون» ولكن هناك من يطلق على عشق المادة والانبهار بها صفة «العلم والعلمية» . ولكن المادة ليست حبيبة وفية ، فهي اما تفنى أمام عين محبيها ، أو انها تقوم باغراقهم في واد وان كان بحجم ذرة صغيرة .

والحقيقة ان حال الذين يعاندون في الأعتراف بالخالق حال عجيب . فهم في الوقت الذي لا تستسيغ عقولهم قبول فكرة خالق أزلي واحد ، فانهم يستطيعون ـ ويا للغرابة ـ الحديث عن أزلية مواد ملء هذا الكون الرحب . ومحاولة أختفاء وتستر هؤلاء خلف درع العلم ليست الا محاولات يائسة كمحاولة الغريق التشبث ولو بقشة .

وكما لا ينفع ان نكتب على قطعة فحم كلمة «الماس» ، كذلك لا

---

(١) كنيسة ضخمة مشهورة في استانبول حولها محمد الفاتح الى جامع عند فتح استانبول . واصبحت متحفا في عهد الجمهورية التركية ولا تزال كذلك .

المترجم

ينفع ولا يجدي ان نضع كلمة «العلم» على «الجهل» ، هذا علماً بانه لا يحق للذين ينسبون الشعور والعقل والازلية للمادة ان يدعوا لأنفسهم أي حظ من العلم أو الفكر . اذ ألا يتألف هؤلاء من مجاميع الذرات والجزيئات ؟ اذن كيف يحق للذين يفسرون أجسادهم بالذرات ان يتدوا ويفخروا بعقولهم ويعترفوا بها ؟ والاغرب من ذلك ؟ كيف يتسنى للذرات التي تعمل بنفس النظام والدقة في جميع أنحاء الكون ان تتشكل مرة بصورة آنشتاين القائل : « ان الله لا يلعب بالنرد في الكون » . وان تشكل مرة أخرى وتأخذ صورة نماريد[1] الفلسفة المادية ؟ كيف يتسنى ذلك لنفس الذرات ؟

هناك نقطة أخرى تجلب النظر في هذه الجولة التي تجولناها داخل الذرة :

ان جميع الفعاليات الجارية اعتباراً من أصغر تغير في داخل نواة الذرة الى التفاعلات والحوادث الجارية في النجوم العملاقة ، ... تتم بأدق ميزان الى درجة انه لا يحدث أي أسراف في أي وقت أبداً حتى لجزء من تريليون جزء من الغرام الواحد للمادة ، بل تتحول الى أنواع مختلفة من الطاقة حسب الحاجة والظروف المختلفة ، اذ لابد من التأمل والاشارة الى ان القدرة الألهية اللانهائية التي تسير مئات المليارات من النجوم في شكل مجرات هائلة لا تسمح أبداً لأي اسراف حتى ولو كان بمقياس (مايكرو × مايكرو × مايكرو × مايكرو غرام) . وليس من الجائز المرور على هذه المسألة مر الكرام ، أو الأعتقاد باننا ان وضعناها في صيغة معادلة فان المسألة تعتبر منتهية . لأن المهم ليس مجرد التوصل الى وضع

---

(١) جمع نمرود .

( المترجم )

المعادلة ، بل المهم هو ؛ كيف تم أصلا تنظيم قوانين الكون بهذه الصيغة ، وهذا يدل على القدرة اللانهائية للخالق ؛ واضع هذه القوانين •

اذن أليس من الغريب ـ والمستبعد ـ ان يكون الموت هو نهاية هذا الكون المتحول دائماً من شكل الى شكل ، ومن تحلل الى تجدد ، والذي لا مكان فيه على الأطلاق لأي أسراف حتى لاجزاء أجزاء الذرة ؟ ان الخالق الحكيم الذي لا يدع مجالا لأي ضياع أو فناء في الكون ، حتى ولو كان جزءاً لجسيم ( البيون ( Pion ) والذي يبدل المادة من شكل الى شكل ويستخدمها في مواضع مختلفة لا تعد ولا تحصى ، ابتداء من ولادة الكون حتى الآن ••• هذا الخالق الحكيم للكون لا يمكن ان يحكم في النهاية بالموت المطلق على صنعه وآثاره • بل الصحيح انه سيجعل الموت الذي ينتظر الكون بداية لحياة أخرى ، فكما يقوم بتحويل النيوترون الى البروتون ، فانه سيحول هذا الكون الى كون آخر ، وعلى غرار انبثاق نبتة جديدة من بذرة تحت التراب ، فان هذا الكون الذي سيختفي مدة تحت تراب الموت ، سينبثق مرة أخرى وفي هيئة عالم الآخرة الباهر الجمال • فالذي خلق هذا الكون مرة لا يصعب عليه ان يخلقه مرة أخرى ، اذ يكفي ان يقول : كن ••• فيكون •

يستطيع من يؤمن به ان يسلم أمره اليه ، وان يثق بوعده ، وان يعيش بكل سعادة في هذا الكون المسخر لخدمته ، كما يستطيع من لا يؤمن به العيش في رعب دائم من الموت ومن الفناء الرهيب فيحول حياته الى جحيم لا يطاق •

أليس حراً في حياته ؟!

هذا الكتاب ترجمة الطبعة الثانية لكتاب (( ATOM )) لمؤلفه
UMIT SHIMSHEK ومن منشورات يني آسيا ( YENI ASYE )
في استانبول سنة ١٩٧٩ .

- الطبعة الاولى
- ١٤٠٦ هـ - ١٩٨٦ م

- مطبعة الحوادث - بغداد - جديد حسن باشا - هاتف ٤١٥٢٦٨٥

# السلسلة العلمية المتميزة
## « ابحاث في ضوء العلم الحديث »

صدر منها :

١ ـ دارون ونظرية التطور :
كتاب يشرح النظرية ثم يردها باسلوب علمي

٢ ـ الانسان ومعجزة الحياة :
كتاب يبحث عن العالم العجيب لجسم الانسان ، والنظم الكمبيوترية المركوزة فيه ·

٣ ـ في نظرية التطور :
هل تعرضت لغسيل الدماغ ؟
محاضرة علمية مصورة للعالم الامريكي البروفسور دوان ت · كيش ·
تفنيد علمي ممتاز لنظرية التطور كتاب كل مثقف ·

٤ ـ الانفجار الكبير
او
مولد الكون
كتاب يبحث في اكثر المواضيع اثارة وتشويقا ·· عن خلق الكون ونشوئه ·
موضوع يهم :
العلم والفلسفة والدين ·

٥ ـ اسرار الذرة :
لكي تدرك كنه العالم وكنه الحياة فلابد ان تدرك كنه الذرة ·

قريبا :
مذكرات نحلة :
اطلع على غرائز النحل المذهلة وعلى النظام العجيب لمجتمع النحل ·
انه عالم عجيب ··· مذهل ·

توزيع مكتبة نمرود

سعر الكتاب ١٫٠٠٠ د·[illegible]